

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



Doble Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas

TRABAJO FIN DE GRADO

**RÉPLICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL SOBRE LA
MEJORA DE LA USABILIDAD EN EL PROYECTO
OPENOFFICE WRITER**

Elena Isidro Vitores
Tutora: Silvia Teresita Acuña Castillo

JULIO 2020

Réplica del Diseño Experimental sobre la Mejora de la Usabilidad en el Proyecto OpenOffice Writer

AUTORA: Elena Isidro Vitores
TUTORA: Silvia Teresita Acuña Castillo

Grupo de Investigación de Herramientas Interactivas Avanzadas (GHIA)
Departamento de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Julio de 2020

Resumen

Ámbito: En las últimas décadas, el software de código abierto (que a partir de ahora nos referiremos a él como OSS debido a sus siglas *Open Source Software*) ha alcanzado mucha importancia, conformando comunidades de usuarios y desarrolladores y convirtiéndose en un componente importante dentro de la Informática. No obstante, varios investigadores reconocen en sus estudios el problema de la escasa usabilidad, debido especialmente al amplio crecimiento de los usuarios que no se dedican a desarrollar sus aplicaciones. Más aún, hay escasos trabajos en la literatura que realicen réplicas de experimentos y agreguen los resultados de estos a fin de obtener evidencias empíricas consolidadas sobre la influencia de aspectos de usabilidad en aplicaciones OSS.

Objetivo: El presente trabajo tiene dos objetivos: a) la realización de una réplica exacta del experimento de línea base llevado a cabo en 2019 para evaluar la satisfacción y la eficiencia de los usuarios que han participado durante el experimento después de aplicar los aspectos de usabilidad, es decir los plugins Letra Capital y Encabezado/Pie de Página, en el proyecto OSS OpenOffice Writer (OOW) mediante la realización de dos tareas distintas (Tarea 1 y Tarea 2); y b) la agregación de dos conjuntos de datos de una familia de dos experimentos (el experimento Base y el experimento Réplica del presente estudio experimental), para que, por medio de la adopción de métodos de meta-análisis, sea posible constatar la coherencia de los resultados que se obtengan a partir de la mencionada familia de experimentos y la determinación de conclusiones sólidas a fin de mejorar la usabilidad del proyecto OSS OOW.

Método de Investigación: Se han seguido tres fases para esta investigación. En primer lugar, se analizó el diseño experimental factorial cruzado definido previamente y la aplicación OSS de OOW. En segundo lugar, se ha procedido a la realización del experimento siguiendo dicho diseño experimental, y se ha efectuado la agregación de datos del experimento Base con los resultados del presente estudio experimental, el experimento Réplica. Posteriormente, con los datos recabados se procedió a realizar un examen detallado de los mismos, en el que se han estudiado las variables de eficiencia y satisfacción, tras la recolección de los datos de número de clics, tiempo dedicado a completar la tarea y grado de satisfacción de los participantes por cada tarea, sin aplicar los aspectos de usabilidad incorporados en la aplicación OOW y tras el empleo de los mismos. En este estudio se han analizado y comparado los estadísticos descriptivos y diagramas de violín complementados con gráficos de perfil. Para concluir este estudio, se han realizado test ANOVA de tipo III con el método Satterthwaite para comprobar las hipótesis del experimento. En tercer lugar, hemos analizado el meta-análisis realizado a partir del cual hemos interpretado los resultados.

Resultados: Los resultados del meta-análisis permiten afirmar que las mejoras de usabilidad en la aplicación OOW influyen positivamente de forma significativa en la eficiencia medida como la rapidez (tiempo) que tardan los usuarios en finalizar las tareas. No obstante, parece que la eficiencia medida como la cantidad total de clics que realizan los participantes en cada tarea (nivel de interacción) y la satisfacción de los usuarios al realizar cada tarea no se vieron afectadas de manera significativa con la presencia de los aspectos de usabilidad incorporados en OOW.

Conclusión: A partir de las evidencias empíricas obtenidas de la agregación de datos, podemos afirmar que los usuarios son más rápidos para realizar las tareas a causa de los aspectos de usabilidad de Letra Capital y Encabezado/Pie de Página incorporados en OOW. Parece que las siguientes dos cuestiones: la Tarea 2 era más laboriosa que la Tarea 1 (por lo que tardaban un mayor tiempo en realizarla) unido a que los usuarios no tenían experiencia con los aspectos de usabilidad (es decir, no los usaban adecuadamente), han afectado directamente tanto al nivel de interacción de los usuarios con OOW como a su satisfacción. Por lo tanto, podemos concluir que, tanto el nivel de interacción como el de satisfacción deben mejorarse mediante la realización de menos clics por cada tarea y el conocimiento de la funcionalidad de los aspectos de usabilidad para una mayor comodidad de los usuarios.

Palabras clave

Experimento Base, Experimento Réplica, Agregación, Meta-análisis, Usabilidad, Eficiencia, Satisfacción

Abstract

Context: Over the last decades, open code software (Open Source Software, OSS) has obtained a major relevance, building user and developer communities, and becoming increasingly relevant in I.T. Nevertheless, the problem of the OSS low usability has been acknowledged by various authors, especially due to the non-developer users. Furthermore, there are not many research studies which perform experiment replications and present aggregate results with the aim to obtain consolidated empirical evidence regarding the influence of usability aspects in OSS applications.

Objective: The following work has two main objectives: a) to reproduce an exact replication of the Baseline experiment, and b) the aggregation of two data-sets from a family of two experiments. The baseline experiment took place in 2019 and evaluates both user efficiency and satisfaction levels after adopting usability features, such as OSS OpenOffice Writer (OOW) Capital Letter and Page Header and Footers plug-ins. The study is composed of two different tasks (named Task 1 and Task 2). The two experiments are named: Base experiment and Replica experiment throughout this work. By applying meta-analysis techniques, it should be possible to evaluate the consistency of results coming from the family of experiments and to output solid conclusions in order to improve the OSS OOW usability.

Research Method: This research was composed of three different phases. First, the previously defined crossover factorial experimental design and the OOW OOS were analysed. Second, the experiment was run according to the above experimental design, and the data from both Base experiment and Replica experiment reported here were aggregated. The collected data, including user satisfaction, time spent on completing the task and amount of clicks for each task before and after the adoption of the usability features in the OOW application, were then examined in detail, studying the efficiency and satisfaction variables. This study analysed and compared the descriptive statistics and violin-plots, supplemented by profile plots. This study was concluded by applying Type-III ANOVA, according to the Satterthwaite method, to test the different hypotheses. Finally, a meta-analysis was conducted, and we interpreted the results.

Results: Meta-analysis' results have proven that usability improvements in the OOW application have a significantly positive influence in efficiency, measured as the speed (time) in which users finalize their tasks. Contrarily, results also show that efficiency measured as the amount of clicks that task participants carried out (interaction level), and user satisfaction after each task were not significantly affected by the adoption of usability features in OOW.

Conclusion: After observing the empirical evidence drawn from the aggregate data, we can confirm that users completed their tasks faster, thanks to the incorporation of the usability aspects of Capital Letter and Page Header and Footers in the OSS OpenOffice Writer. It seems that the following two issues: that Task 2 required more effort than Task 1 (thus, more time was spent on dealing with it) along with the fact that users lacked experience regarding usability aspects (and consequently, these weren't being used in the right way), have directly influenced both user interaction level with OOW and their satisfaction. Therefore, both interaction and satisfaction level ought to be improved by performing less clicks per task and learning how the usability aspects work to improve user's comfort.

Keywords

Baseline Experiment, Replication, Aggregation, Meta-Analysis, Usability, Efficiency, Satisfaction

Agradecimientos

A mi tutora Silvia, por ser tan atenta, por su ayuda, guía, implicación y disponibilidad durante todo el trabajo, especialmente en tiempos tan raros que nos ha tocado vivir con el COVID-19.

A mis compañeros, que han sido mis amigos durante todos estos años, por todo lo que me han ayudado y lo que han significado para mí.

Gracias a los mejores padres y hermano que la vida me regaló, por su paciencia, cariño, confianza y todo el apoyo que me han dado siempre.

A mi novio por apoyarme, animarme siempre y creer en mí.

A los profesores Roberto Latorre y Óscar Delgado, por inspirarme confianza, por su paciencia y por ayudarme a creer en mí misma.

Y, por último, a todas las personas que participaron voluntariamente en este experimento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Método de Investigación.....	3
1.4 Organización de la Memoria.....	4
2. ESTADO DEL ARTE	7
2.1 Usabilidad en Proyectos OSS	7
2.2 Trabajos Relacionados	8
3. ESTUDIO EXPERIMENTAL	11
3.1 Introducción	11
3.2 Objetivos	11
3.3 Variables Respuesta, Factores e Hipótesis de Investigación	11
3.4 Sujetos.....	13
3.5 Instrumentos de Medición.....	13
3.6 Procedimiento de Realización.....	14
3.7 Diseño Experimental.....	16
3.8 Amenazas a la Validez.....	16
3.9 Método/Estudio Estadístico	18
4. AGREGACIÓN DE DATOS	19
4.1 Análisis de Datos	19
4.1.1 Número de Clics.....	19
4.1.2 Segundos	22
4.1.3 SUS	24
4.2 Discusión de Resultados de la Réplica	27
4.2.1 Número de Clics.....	27
4.2.2 Segundos	28
4.2.3 SUS	29
4.3 Discusión de Resultados de la Comparativa.....	30
5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	33
5.1 Conclusiones	33
5.2 Trabajos Futuros	35
REFERENCIAS.....	37
GLOSARIO	43
ANEXOS	45
A Acuerdo de Confidencialidad.....	45
B Cuestionario Personas	47
C Encuesta SUS	53
D Lista Tarea 1.....	59
E Lista Tarea 2	63

F Plugins de Mejora	69
F.1 Descripción	69
F.2 Instalación.....	70
G Datos Recopilados de los Sujetos Experimentales	73

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: FASES DEL MÉTODO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.	3
FIGURA 3.1: ESTRUCTURA DEL EXPERIMENTO.....	15
FIGURA 3.2: MÉTODO-ESTUDIO ESTADÍSTICO.....	18
FIGURA 4.1: DIAGRAMAS DE VIOLÍN DEL N.º DE CLICS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	20
FIGURA 4.2: GRÁFICOS DE PERFIL DEL N.º DE CLICS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	21
FIGURA 4.3: DIAGRAMAS DE VIOLÍN DEL TIEMPO DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	22
FIGURA 4.4: GRÁFICOS DE PERFIL DEL TIEMPO DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	23
FIGURA 4.5: DIAGRAMAS DE VIOLÍN SUS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	25
FIGURA 4.6: GRÁFICOS DE PERFIL SUS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.....	26
FIGURA 5.1: MÉTRICAS Y SUS PARÁMETROS.....	33
FIGURA A.1: ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.	45
FIGURA B.1: IDENTIFICACIÓN DEL ENTREVISTADO.	47
FIGURA B.2: ROLES Y TAREAS.	48
FIGURA B.3: CAPACIDADES.	50
FIGURA B.4: ÁMBITO DE LA APLICACIÓN.	50
FIGURA B.5: CONTEXTO/AMBIENTE.	52
FIGURA C.1: ENCUESTA SUS A) PARA TAREA SIN MEJORA.....	53
FIGURA C.2: ENCUESTA SUS B) PARA TAREA CON MEJORA.	55
FIGURA F.1: FUNCIONALIDADES DE LOS <i>PLUGINS</i> DE MEJORA.....	69
FIGURA F.2: BARRA DE HERRAMIENTAS LETRA CAPITAL.....	70
FIGURA F.3: BARRA DE HERRAMIENTAS ENCABEZADO/PIE DE PÁGINA.	70
FIGURA F.4: SUBMENÚ DE INSERTAR LETRA CAPITAL.....	70
FIGURA F.5: SUBMENÚ DE INSERTAR ENCABEZADO/PIE DE PÁGINA.	70
FIGURA F.6: INSTALACIÓN P.1.	71
FIGURA F.7: INSTALACIÓN P.2.	71
FIGURA F.8: INSTALACIÓN P.4.	72
FIGURA F.9: INSTALACIÓN P.5.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: PROYECTOS DONDE SE APLICA CADA MÉTODO DE USABILIDAD.	9
TABLA 3.1: HIPÓTESIS DEL EXPERIMENTO.	12
TABLA 3.2: DIVISIÓN DE LOS GRUPOS PARA LA REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.	15
TABLA 4.1: DATOS DESCRIPTIVOS DEL N.º DE CLICS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	19
TABLA 4.2: TABLA ANOVA DEL N.º DE CLICS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	21
TABLA 4.3: DATOS DESCRIPTIVOS DEL TIEMPO DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	22
TABLA 4.4: TABLA ANOVA DEL TIEMPO DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	24
TABLA 4.5: DATOS DESCRIPTIVOS SUS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	24
TABLA 4.6: TABLA ANOVA SUS DEL EXPERIMENTO RÉPLICA Y EL EXPERIMENTO BASE.	26
TABLA D.1: GUÍA DE PASOS TAREA 1 SIN <i>PLUGIN</i> DE MEJORA.	59
TABLA D.2: GUÍA DE PASOS TAREA 1 CON <i>PLUGIN</i> DE MEJORA.	60
TABLA E.1: GUÍA DE PASOS INICIAL TAREA 2 SIN <i>PLUGIN</i> DE MEJORA.	63
TABLA E.2: GUÍA DE PASOS MODIFICADA TAREA 2 SIN <i>PLUGIN</i> DE MEJORA.	64
TABLA E.3: GUÍA DE PASOS TAREA 2 CON <i>PLUGIN</i> DE MEJORA.	65
TABLA G.1: DATOS RECOPIADOS DE LOS SUJETOS EXPERIMENTALES OOW.	74
TABLA G.2: COMENTARIOS INDIVIDUALES REALIZADOS POR LA INVESTIGADORA DE LOS PARTICIPANTES A LA HORA DE REALIZAR LAS TAREAS.	75

1 Introducción

Este es el capítulo dedicado a la síntesis de la motivación del presente trabajo, sus objetivos, el método de investigación y cómo se encuentra organizado.

1.1 Motivación

La usabilidad en los procesos de gestión, análisis, desarrollo, operación, soporte y mantenimiento debe tratarse como una característica de calidad de máxima importancia [Ferré et al., 2001], junto con otras tales como la seguridad y la fiabilidad [Offutt, 2002]. Esta característica de calidad se define como el grado de uso eficaz, eficiente y con satisfacción de un sistema software por diferentes individuos que llevan a cabo determinadas actividades en un contexto particular en el que será utilizado [ISO 9241-11, 1998]. En las últimas décadas, *Open Source Software* (OSS) ha sido reconocido como un elemento fundamental dentro de la Informática [Assal et al., 2016; Vila Blanco et al., 2016; Yusop et al., 2016; Brun et al., 2016; Liu et al., 2016; Scacchi, 2009]. Sin embargo, varios autores señalan en sus estudios el problema de la escasa usabilidad [Vourvopoulos & Bermudez i Badia, 2016; Raza et al., 2012a; Çetýn & Göktürk, 2008].

En el estudio empírico realizado por Hedberg y otros [Hedberg et al., 2007] afirmaron que, como consecuencia del aumento constante de usuarios no técnicos de OSS, la usabilidad debe ser mejorada. De acuerdo con Çetýn y Göktürk [Çetýn & Göktürk, 2008], la usabilidad de OSS es un área problemática multidimensional, particularmente debido al hecho de que ésta no es el objetivo principal de los proyectos de OSS, pues los desarrolladores de OSS no son conscientes de su gran importancia ni de los requisitos de los usuarios, por lo que hay una notable falta de comunicación entre los usuarios programadores y los novatos no-desarrolladores.

En esta investigación se considerarán dos aspectos de mejora de la usabilidad para el proyecto OSS OpenOffice Writer. En concreto, los plugins de Letra Capital y Encabezado y Pie de Página. Estos aspectos de usabilidad [Juristo et al., 2007b] tienen una influencia alta en el diseño del software según [Juristo et al., 2007a], y se diferencian de aspectos que solo afectan a la interfaz gráfica porque implican la construcción de componentes software adicionales.

La principal contribución de este trabajo es proporcionar evidencias sobre el impacto de los aspectos de usabilidad considerados en la mejora de la usabilidad de OpenOffice Writer.

Existen estudios que analizan las relaciones de aplicar algunos aspectos de usabilidad en sistemas OSS [Llerena et al., 2019a; Llerena et al., 2019b]. No obstante, hay publicados muy pocos estudios que realicen réplicas de experimentos y agreguen los datos de familias de experimentos a fin de validar cuál es el impacto de estos aspectos en la usabilidad que perciben los usuarios en aplicaciones web y en aplicaciones OSS [Ferreira et al., 2020; Iglesias, 2018; Aveledo et al., 2012].

Si bien en las últimas décadas ha aumentado de modo importante en la Ingeniería del Software el número de estudios experimentales [Santos et al., 2019; Sjøberg et al., 2005], el tamaño de la muestra y su baja representatividad es de los inconvenientes más destacados de la experimentación en la Ingeniería del Software, aunque los experimentos aislados pudieran aportar información interesante y útil para generar evidencias empíricas a fin de

mejorar el conocimiento existente [Santos et al., 2019]. Por tanto, se debe avanzar hacia familias de experimentos y analizar la agregación de los datos de cada experimento de modo conjunto no solo para aumentar en gran medida la calidad de las conclusiones al sustentarse en un mayor grado de evidencia, sino además debido a que los métodos estadísticos funcionan eficientemente al existir una cantidad mayor de muestras [Amatriain et al., 2014].

Más aún, gracias al mayor tamaño de la muestra después de agregar las replicaciones, podemos descubrir nuevos efectos que la línea del experimento base no había revelado debido a la dimensión (pequeña) de la muestra [Navarrete et al., 2018].

La relevancia de la replicación ha sido ampliamente reconocida en la Ingeniería del Software [Shull et al., 2008; Kitchenham, 2008]. La replicación se ha acoplado en la Ingeniería del Software con el concepto de aplicar un procedimiento experimental idéntico o similar al aplicado en un experimento de línea base anterior, en una muestra diferente de participantes, para generar nuevos datos sin procesar [Santos et al., 2019; Bezerra et al., 2015; Da Silva et al., 2014].

Los datos agregados, comúnmente conocidos como meta-análisis de tamaños de efecto en Ingeniería del Software [Kitchenham, 2004], se utilizan en gran medida para analizar grupos de réplicas [Santos et al., 2018]. En los datos agregados, los tamaños de efecto de todas las réplicas se calculan primero a partir de estadísticas descriptivas como medias, varianzas o tamaños de muestra, o de los resultados de las pruebas estadísticas de los experimentos, y luego se combinan mediante un modelo de meta-análisis [Borenstein et al., 2011; Santos et al., 2019]. Por lo tanto, la conformación de una familia de experimentos es esencial para fortalecer la verosimilitud de las conclusiones, comprobar su consistencia y alcanzar mejores resultados. [Lumley et al., 2002].

En concreto, con este trabajo se intenta mejorar la aplicación OpenOffice Writer, de acuerdo con las evidencias empíricas obtenidas de una familia de dos experimentos, mediante la réplica y la agregación de datos, para que los usuarios la utilicen con eficiencia y satisfacción en la creación de documentos.

1.2 Objetivos

Este trabajo tiene un doble propósito. El primero es efectuar una réplica del diseño experimental de un experimento verdadero al que llamaremos experimento Base, el cual trata sobre si podemos mejorar la satisfacción y la eficiencia del usuario en el proyecto de OSS OpenOffice Writer después de haber introducido los aspectos de usabilidad. Los aspectos de usabilidad incorporados son dos herramientas de mejora: Letra Capital y Encabezado/Pie de Página en OpenOffice Writer.

El segundo objetivo del presente trabajo es realizar la agregación de datos del experimento Base con los resultados del presente estudio experimental con el propósito de realizar un meta-análisis para corroborar los resultados de ambos experimentos y así obtener una conclusión final. Con todo esto, podemos decir que esta investigación tiene dos aportes principales: la agregación de los dos conjuntos de datos de la familia de los dos experimentos y la discusión e interpretación de los resultados.

La presente investigación evalúa la eficiencia (medida mediante dos métricas, el tiempo, medido en segundos, de realización de la tarea y el número de clics) y la satisfacción de los individuos cuando llevan a cabo dos tareas distintas, para, posteriormente comprobar si estas

variables mejoran una vez introducidos los aspectos de usabilidad en la aplicación OpenOffice Writer. La primera tarea, a la que llamaremos Tarea 1, consistirá en escribir un documento con letra capital y la segunda tarea, Tarea 2, en el diseño de una tabla con fórmulas. Cada participante deberá realizar tres cuestionarios a lo largo del experimento, el primero será una encuesta para conocer mejor el perfil de los usuarios, la cual será efectuada antes de iniciar el experimento, y los otros dos, serán dos cuestionarios *System Usability Scale* (SUS) [Sauro & Kindlund, 2005], que medirán el nivel de satisfacción del usuario tras haber realizado cada tarea, la primera con la ausencia de los aspectos de usabilidad y la segunda con su presencia. Este cuestionario ha sido adaptado para la aplicación OOW en [Llerena, 2019].

Por todo ello, el propósito del estudio experimental es dar respuesta a la cuestión de estudio en esta investigación:

PI: ¿Los aspectos de usabilidad añadidos a la aplicación OSS influyen en que los usuarios realicen las tareas con mayor rapidez y menor esfuerzo, así como también se encuentren más satisfechos al llevar a cabo dichas tareas en OpenOffice Writer?

Para esto, es imprescindible la obtención de evidencias empíricas que muestren tal eficiencia y satisfacción de dichos usuarios, ya que la integración de aspectos de mejora en un sistema software requiere un esfuerzo adicional, que será justificado mediante los resultados obtenidos en el experimento.

El experimento Base ha sido realizado en [Llerena, 2019]. En este trabajo se realizará una réplica exacta de este experimento. Así, se obtienen dos conjuntos de resultados del estudio experimental, donde utilizaremos técnicas de meta-análisis con el fin de corroborar: (i) los resultados de los experimentos Base y Réplica y (ii) el nivel de generalización de las evidencias empíricas encontradas.

1.3 Método de Investigación

Para lograr los propósitos expuestos, seguiremos el método de la Figura 1.1 consistente en tres fases:

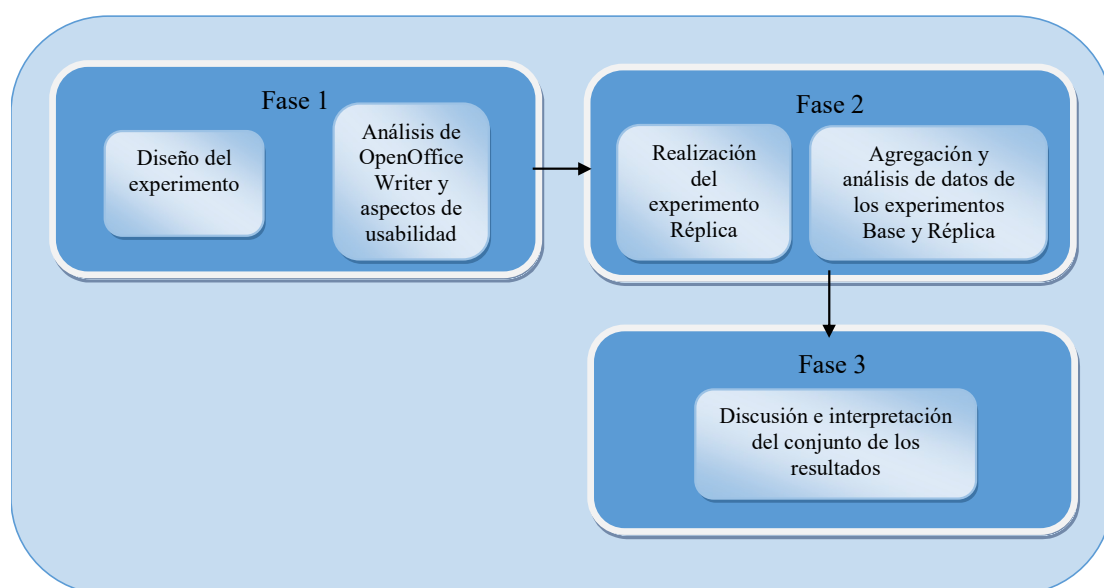


Figura 1.1: Fases del método del trabajo de investigación.

Al inicio del método de investigación (Fase 1) se comprenderá el diseño del experimento Base y se realizará un análisis previo de la aplicación OpenOffice Writer y de los aspectos de usabilidad de Letra Capital y Encabezado y Pie de Página, para comprobar su impacto en relación con la cantidad total de clics, el tiempo necesario en concluir las tareas y la satisfacción de los usuarios al utilizar dicha aplicación.

En la segunda fase desarrollaremos el experimento Réplica con 30 sujetos experimentales, efectuaremos un análisis de la información recabada y elaboraremos una discusión de los resultados, así como también realizaremos la agregación de los datos del experimento inicial, el experimento Base [Llerena, 2019], y los datos del experimento Réplica, realizado en este trabajo, para luego poder analizar los resultados de modo integrado.

Finalmente, en la tercera y última fase llevaremos a cabo una discusión del conjunto de todos los resultados y su interpretación.

1.4 Organización de la Memoria

La estructura de esta memoria consta de cinco capítulos, seguida de Referencias, un Glosario y un apartado de Anexos que está compuesto por siete de ellos.

En Capítulo 1 detalla la motivación, los objetivos, el método de investigación del trabajo y cómo se encuentra organizado.

El Capítulo 2 aborda el estado del arte de la usabilidad en proyectos OSS y compara los trabajos relacionados.

En el Capítulo 3 se detalla el experimento Réplica realizado. En primer lugar, se presenta el experimento Réplica, los objetivos, las variables respuesta y la hipótesis de la investigación. A continuación, se detalla una descripción del perfil los sujetos experimentales, la aplicación OSS utilizada a saber OpenOffice Writer, el procedimiento de la realización del experimento (en donde se encuentran las tareas detalladas) y el diseño experimental. Finalmente, se considera la problemática de la validez del estudio experimental (interna y externa), y el método estadístico llevado a cabo.

El Capítulo 4 realiza el enfoque de análisis del conjunto de experimentos, es decir, analiza los datos obtenidos, discute los resultados del experimento Réplica y compara el experimento Réplica frente al experimento inicial Base.

Para concluir, el Capítulo 5 está dedicado a la discusión de las conclusiones y a la descripción de posibles trabajos futuros.

Seguido de los capítulos, se presentan las referencias empleadas a lo largo de todo el procedimiento de la investigación y un glosario de términos relacionados. La descripción de cada anexo se realiza a continuación.

En el Anexo A se presenta el acuerdo de confidencialidad que fue entregado a los participantes antes de iniciar el experimento.

En el Anexo B se expone el cuestionario Personas destinado a conocer el perfil de los participantes.

En el Anexo C se presentan las encuestas SUS, que rellenaron los participantes al finalizar cada tarea.

En el Anexo D se detalla la guía de pasos necesarios para realizar la Tarea 1 con y sin el *plugin* de mejora de usabilidad.

En el Anexo E se precisa la guía de pasos necesarios para realizar la Tarea 2 con y sin el *plugin* de mejora de usabilidad.

En el Anexo F se exponen el diseño, la explicación y la instalación de los *plugins* de mejora de usabilidad en OOW.

En el Anexo G se muestran los datos recopilados en el presente experimento tras la realización de ambas tareas en la aplicación OOW.

2 Estado del Arte

2.1 Usabilidad en Proyectos OSS

Recientemente, los proyectos OSS están jugando un papel primordial en el ámbito de la Informática [Assal et al., 2016; Lisowska et al., 2017]. El crecimiento y amplitud de las aplicaciones OSS ha permitido que, en algunos casos, rivalicen con las aplicaciones comerciales [Schryen & Kadura, 2009]. Actualmente, en el desarrollo OSS no se están aplicando procesos para garantizar que sus aplicaciones tengan los atributos que caracterizan a los sistemas software de calidad, tomando en consideración sus particularidades [Noll & Liu, 2010]. El déficit en la definición de procesos que incorporen características de usabilidad en el contexto del desarrollo OSS ha promovido la atención para que la comunidad científica perteneciente a distintos campos se incline hacia esta área de estudios con el objetivo de remediarlas [Raza et al., 2013].

A pesar de todo, el bajo nivel de usabilidad de las aplicaciones OSS ha sido identificado por diferentes investigadores [Raza et al., 2012a; Çetin & Göktürk, 2008]. Según los resultados del trabajo de Raza y otros [Raza et al., 2011], cerca del 60% de los usuarios no-desarrolladores encuestados sostuvieron que el bajo nivel de usabilidad era el obstáculo más importante que las aplicaciones OSS debían subsanar para que las personas dejaran de usar software comercial [Raza et al., 2012a]. Según algunos investigadores, la baja usabilidad de las aplicaciones OSS se debe principalmente a las siguientes razones: (i) los programadores OSS generalmente construyen software para ellos mismos [Raza et al., 2012b; Nichols & Twidale, 2006], (ii) los programadores desconocen las características de los usuarios que utilizan sus aplicaciones [Nichols & Twidale, 2006], (iii) la manera de trabajar de los miembros de la comunidad OSS está basada en la meritocracia y enfocada en las contribuciones de código fuente, y a que (iv) las actividades relacionadas con evaluar y reportar los fallos son casi en su totalidad realizadas por voluntarios y/o usuarios, situación atribuible a la carencia de recursos [Lisowska et al., 2017].

Por todo esto, en el último decenio los aspectos de usabilidad han suscitado la atención de los miembros de las comunidades OSS, a raíz del aumento de los usuarios no-desarrolladores. Las comunidades OSS tienen ciertas particularidades que obstaculizan incorporar de manera directa una gran parte de las técnicas de usabilidad de acuerdo por lo establecido directamente por la IPO (Interacción Persona-Ordenador).

Existe un conjunto de métodos/técnicas de usabilidad perteneciente al campo de la IPO que tienen por objetivo esencial obtener sistemas software usables, como, por ejemplo: Personas, Perfiles de Usuarios, Focus Groups y Observación Directa. No obstante, estas técnicas son adoptadas en el contexto de la IPO, sin considerar el grado de evolución de las comunidades OSS. Asimismo, la construcción de funcionalidades es el centro del desarrollo OSS. El proceso de desarrollo OSS tiene ciertas particularidades (por ejemplo, sus miembros están distribuidos, carecen de recursos y su cultura está al margen de los diseñadores de la interacción) que dificulta la aplicación directa de las técnicas de usabilidad [Castro, 2014], puesto que las técnicas de usabilidad no fueron concebidas para el contexto de los desarrollos OSS [Castro, 2014].

Actualmente, las comunidades OSS adoptan ocasionalmente métodos de usabilidad asociados, mayoritariamente, con la valoración de la usabilidad [Castro, 2014]. Sin embargo, aunque en la IPO y en la Ingeniería del Software se han realizado estudios de casos con el propósito de adoptar métodos/técnicas de usabilidad en OSS [Llerena et al., 2019b; Llerena et al. 2019a], hay pocos experimentos y ausencia de réplicas y estudios de agregación de datos; por lo que el objetivo de este trabajo será incorporar un nuevo estudio experimental a partir de las evidencias empíricas obtenidas mediante la realización de la réplica y la agregación de datos.

2.2 Trabajos Relacionados

Existen algunos trabajos de investigación en los cuales se reporta la práctica de técnicas de usabilidad vinculadas a la evaluación de sistemas software de código abierto [Assal et al., 2016; Al-Odan & Al-Daraiseh, 2015]. En el trabajo realizado por Assal y otros (2016), se analiza la problemática asociada a los aspectos de usabilidad que con la que se encuentran los desarrolladores de software mientras utilizan analizadores de código. Para ello, los autores realizan la evaluación de uno de los analizadores de código estático OSS con mayor popularidad.

El estudio de [Al-Odan & Al-Daraiseh, 2015] realiza un análisis exhaustivo de las cinco herramientas OSS con mayor popularidad. Además, los autores comparan estas herramientas paralelamente a dos niveles: aceptación y especificaciones técnicas. No obstante, realizar la definición e integración de métodos de usabilidad en las comunidades OSS es un procedimiento con cierto nivel de complejidad, sobre el que hay pocos trabajos [Rajanen & Iivari, 2015; Terry et al., 2010]. Estos trabajos recomiendan reconceptualizar los métodos de usabilidad, aunque no aclaran qué tipo de adaptaciones deben realizarse.

El estudio reportado en [Castro, 2014], realiza la propuesta de un marco para integrar métodos de usabilidad en OSS. El contexto está conformado por una serie de reajustes genéricos que permiten superar las situaciones adversas de estos métodos de usabilidad, para así, hacer posible su inserción en los desarrollos OSS. Realizar la incorporación de métodos de usabilidad en OSS requiere, antes que nada, identificar las situaciones adversas que obstaculizan la adopción de tales métodos. En segundo lugar, es necesario investigar qué clase de adaptaciones deben realizarse a los métodos de usabilidad para permitir su adopción en esta índole de desarrollos [Castro, 2014].

También destacan trabajos que realizan la adaptación de métodos de usabilidad que permiten su aplicación en el desarrollo de aplicaciones OSS [Llerena et al., 2019a; Llerena et al., 2019b], donde se reporta el empleo de algunos métodos de usabilidad en varios proyectos OSS reales. Del estudio de la literatura realizado en [Llerena et al., 2019a; Llerena et al., 2019b] se encontraron algunas investigaciones empíricas que detallan la incorporación, en diferentes proyectos OSS, de los métodos de usabilidad: Información Post Test, Perfiles de Usuarios, Personas, *Visual Brainstorming*, *Focus Groups*, y Observación Directa.

A continuación, la Tabla 2.1 describe dichos métodos de usabilidad y dónde fueron utilizados.

MÉTODOS DE USABILIDAD	
MÉTODO	DESCRIPCIÓN Y PROYECTOS
Información Post Test	Se trata de un método destinado a la evaluación de la usabilidad en sistemas instalados. En [Rajanen et al., 2012] se reporta su aplicación con adaptaciones en un proyecto OSS sobre el juego de roles Roguelike. Particularmente, en su aplicación participaron un equipo de estudiantes orientado por un profesor especializado en el tema de la usabilidad. Es decir, no participaron expertos según lo prescrito por la IPO.
Perfiles de Usuarios	Es un método utilizado especialmente para realizar el análisis de usuarios. Ha sido aplicado en distintos proyectos OSS (como, por ejemplo, el paquete de animación 3D GIMP [Terry et al., 2010; Reitmayr et al., 2006]) con el propósito de determinar las características de usuarios representativos. Estos proyectos en particular contaban con los recursos necesarios para aplicar el método Perfiles de Usuarios tal cual lo prescribe la IPO.
Personas	Es un método utilizado especialmente para realizar el análisis de usuarios. Solamente unos pocos trabajos de investigación han reportado su uso en los desarrollos OSS [Çetin & Göktürk, 2008; Çetin & Göktürk, 2011; Terry et al., 2010; Faily & Lyle, 2013]. Según los trabajos de Faily y Lie [Faily & Lyle, 2013], Çetin y Göktürk [Çetin & Göktürk, 2008; Çetin & Göktürk, 2011], y [Terry et al., 2010], se ha recurrido a las descripciones suministradas por los miembros de las comunidades OSS para realizar la aplicación del método, es decir no se han realizado entrevistas presenciales a diferentes usuarios.
Visual BrainStorming	Es un método dirigido al desarrollo del concepto del producto. Su uso ha sido reportado en algunos trabajos de investigación [Terry et al., 2010; Osiński & Weiss, 2007; Esichaikul et al., 2013]. Según lo descrito por [Osiński & Weiss, 2007], el diseño original de Carrot2 fue reconsiderado según el tipo de usuarios a los que estaba destinada (investigadores en minería de datos). La aplicación del método fue realizada según lo prescrito por la IPO y permitió obtener ideas para diseñar la nueva interfaz.
Focus Groups	Es un método dirigido al desarrollo del concepto del producto. El uso del método <i>Focus Groups</i> ha sido reportado en algunos trabajos de investigación [Terry et al., 2010; Semedo et al., 2015; Kolagani & Ramu, 2017]. En la aplicación de este método, un grupo de desarrolladores se reúne de manera presencial o remota con un experto en usabilidad. La IPO prescribe que en la reunión deben participar usuarios finales y no desarrolladores. En el estudio de Semedo y otros [Semedo et al., 2015], los participantes realizaron un cuestionario previo para conocer su experiencia en el uso de la herramienta CLASS. También destacamos el estudio de Kolagani y Ramu [Kolagani & Ramu, 2017], en el que desarrollaron la aplicación OSS Watershed GIS para el manejo de información geográfica.
Observación Directa	Se trata de un método destinado a la evaluación de la usabilidad en sistemas instalados. Solo unos pocos trabajos reportan el uso del método Observación Directa [Pruett & Choi, 2013; Gallinger & Neville, 2017; Jing et al., 2015]. Por ejemplo, en el trabajo de [Pruett & Choi, 2013] se describe el uso de este método con el fin de realizar una comparación de eficacia, eficiencia y satisfacción de algunas tareas en los sistemas OSS Koha y Evergreen, los cuales permiten gestionar información en bibliotecas [Pruett & Choi, 2013].

Tabla 2.1: Proyectos donde se aplica cada método de usabilidad.

La realización y la réplica de experimentos de usabilidad en OSS es escasa por la complejidad en el control de las particularidades que presentan las comunidades OSS (tales como número de sujetos, accesibilidad, distribución geográfica y diferencia horaria, nivel de conocimientos de las tecnologías con las que se experimenta, experiencia, etc.). La réplica consiste en la reproducción de un experimento por otros investigadores distintos a los originales en otro contexto con una muestra distinta, tan fieles como sea posible [Judd et al.,

1991]. El Estudio de Casos Múltiples fue, por aquellos motivos, el método de investigación seleccionado en [Llerena, 2019] a fin de explorar la posibilidad de introducir técnicas de usabilidad adaptadas en proyectos OSS, pero plantea la necesidad de realizar experimentos verdaderos para obtener evidencias empíricas sobre el grado de usabilidad de las aplicaciones OSS.

A pesar de su dificultad, la réplica de experimentos es necesaria para configurar un cuerpo de conocimiento respaldado experimentalmente [Ferreira et al., 2020; Aveledo et al., 2012; Acuña et al., 2008;]. Este cuerpo de conocimientos se genera mediante la combinación de los resultados obtenidos en las distintas réplicas de experimentos. Asimismo, es necesario que los investigadores: estudien si los resultados de dichas réplicas son consistentes (total o parcialmente); analizar las razones de las consistencias o inconsistencias de los resultados, para entender o descubrir variables que influyan en ellos; y generar fragmentos de conocimiento especificando las circunstancias bajo las que dicho conocimiento es aplicable.

Esta investigación aborda el estudio experimental de dos aspectos de mejora de la usabilidad, en concreto en el software OSS de OpenOffice Writer. Para ello, llevaremos a cabo agregaciones de dos conjuntos de datos de una familia de dos experimentos y su análisis, mediante técnicas de meta-análisis partiendo del experimento original [Llerena, 2019] y esta nueva réplica ya que, como hemos mencionado antes, se encuentran escasos trabajos relacionados con este ámbito en la literatura. De este modo, alcanzaremos un mayor nivel de fiabilidad en los resultados.

En el experimento original descrito en [Llerena, 2019], tanto el resultado para la variable respuesta satisfacción como para el resultado de la de eficiencia en relación con el número de clics, si bien es cierto que mejoraron después de la incorporación de la mejora de usabilidad, no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, en el tiempo empleado por los sujetos experimentales para realizar las tareas (eficiencia medida como la rapidez) ha disminuido de modo estadísticamente significativo. De esta situación hemos podido concluir que, aunque la mejora de usabilidad incrementara la rapidez del usuario a la hora de completar las tareas y resolver los fallos, lo óptimo es que dicha mejora se explique a los usuarios antes de comenzar la parte práctica del experimento, para que así un posible desconocimiento de la funcionalidad de dicha mejora no altere a la forma de interaccionar con el contexto de la aplicación OSS de OOW.

Con el propósito de potenciar la usabilidad de la aplicación OpenOffice Writer, en este trabajo se tendrán en cuenta los resultados anteriores y se agregarán las nuevas evidencias empíricas para poder descubrir posibles nuevos efectos que la línea del experimento base no había revelado. La realización de experimentos y sus réplicas en proyectos OSS, así como también la agregación de conjuntos de datos permitirán comprobar los hallazgos (similitudes o las discrepancias entre los resultados del experimento Base y del experimento Réplica) en un contexto real.

3 Estudio Experimental

3.1 Introducción

Este epígrafe describe el estudio experimental realizado: una réplica del experimento Base [Llerena, 2019] que llamaremos Réplica, en el cual participaron sujetos de diferentes rangos de edad, pero todos ellos con conocimientos informáticos. El presente estudio tiene como objetivo comprobar si la incorporación de aspectos de usabilidad influye en que los usuarios realicen las tareas con mayor rapidez y menor esfuerzo, así como que también se encuentren más satisfechos al llevar a cabo dichas tareas en el proyecto OSS de OpenOffice Writer.

La estructura del capítulo es la siguiente: En el apartado 3.2 se detalla el objetivo del presente experimento. En el apartado 3.3 se describen tanto las variables respuesta y factores que se van a evaluar como las hipótesis de la investigación. En los apartados 3.4, 3.5 y 3.6 se detallan el perfil de los sujetos experimentales, la aplicación OSS utilizada y el procedimiento de cómo se ha llevado a cabo el experimento. A continuación, en el apartado 3.7 se define el diseño experimental. Finalmente, en los apartados 3.8 y 3.9 se detalla la problemática de la validez, incidiendo tanto en la interna como en la externa y el método estadístico llevado a cabo.

3.2 Objetivos

La presente investigación tiene como meta el estudio empírico de los aspectos de usabilidad: Letra Capital y Encabezado/Pie de Página en el proyecto OSS de OOW con el fin de estimar la influencia de la usabilidad en relación con la eficiencia y satisfacción considerando los conocimientos en informática de los usuarios.

En relación con este objetivo, nuestro experimento plantea la siguiente pregunta de investigación:

- **PI: ¿Los aspectos de usabilidad añadidos a la aplicación OSS influyen en que los usuarios realicen las tareas con mayor rapidez y menor esfuerzo, así como también se encuentren más satisfechos al llevar a cabo dichas tareas en OpenOffice Writer?**

3.3 Variables Respuesta, Factores e Hipótesis de Investigación

Las variables respuesta abordadas en este estudio experimental son dos variables dependientes habituales en los experimentos vinculados a la usabilidad: la eficiencia y la satisfacción.

Respecto a la variable respuesta eficiencia vamos a evaluar los parámetros de tiempo (medido en segundos) y número de clics. La cantidad de clics requerida para llevar a cabo la tarea revela el grado de interacción de los sujetos con el sistema, y el tiempo que tardan en concluir la tarea refleja la rapidez de su realización.

En cuanto a la satisfacción, ésta se calculará con el valor medio de las respuestas a las cuestiones de la encuesta *System Usability Scale*, SUS, respondidas tras finalizar cada tarea, y medidas en la escala Likert de cinco valores desde 1-“Totalmente en desacuerdo” hasta 5-“Totalmente de acuerdo” [Sauro & Kindlund, 2005]. Esta encuesta ha sido adaptada para la aplicación OOW en [Llerena, 2019].

Los factores objeto de nuestro experimento (variables independientes) son dos: Tarea y Mejora. El factor Tarea viene determinado por dos actividades (tareas) (Tarea 1 y Tarea 2), ideadas en el experimento Base [Llerena, 2019] y descritas posteriormente. Por último, el factor Mejora viene determinado por la intervención del aspecto de usabilidad (*plugin* de mejora) en la interfaz de usuario de la aplicación OOW, también desarrollado en el experimento Base [Llerena, 2019], que puede aplicarse o no mientras se ejecutan las tareas (Con Mejora y Sin Mejora). Todos ellos son factores intra-sujetos, ya que cada participante es sometido a todos los tratamientos individuales de manera individual.

Recapitulando, las variables respuesta y factores objeto son los siguientes:

- Variables respuesta
 - a. Eficiencia:
 1. Número de clics
 2. Tiempo (segundos)
 - b. Satisfacción
- Factores objeto
 - a. Factor Tarea (dos niveles):
 1. Tarea 1
 2. Tarea 2
 - b. Factor Mejora (dos niveles):
 1. Sin Mejora
 2. Con Mejora

A continuación, se presentan en la Tabla 3.1 las hipótesis de investigación en consonancia con el objetivo de ésta formulado en el apartado anterior y teniendo en cuenta las variables respuesta y factores objeto que acabamos de presentar.

	Variables Respuesta		Factores	Hipótesis (nulas)	Descripción
1	Eficiencia	Número de clics	Tarea i + Sin/Con Mejora; i=1,2	Ho.1.1	No hay relación entre la eficiencia medida como el número de clics que hace el usuario al no incorporar (o sí) los aspectos de usabilidad en relación con la tarea realizada en OOW.
		Tiempo	Tarea i + Sin/Con Mejora; i=1,2	Ho.1.2	No hay relación entre la eficiencia medida como el tiempo que tarda el usuario al completar las tareas al no incorporar (o sí) los aspectos de usabilidad en relación con la tarea realizada en OOW.
2	Satisfacción	Satisfacción	Tarea i + Sin/Con Mejora; i=1,2	Ho.2.1	No hay relación entre la satisfacción que percibe el usuario al no incorporar (o sí) los aspectos de usabilidad en relación con la tarea realizada en OOW.

Tabla 3.1: Hipótesis del experimento.

Como podemos observar, contamos con diferentes hipótesis dependiendo de las variables respuesta y los factores. Con el propósito de abordar la pregunta de investigación hemos elaborado las hipótesis en función de las variables respuesta, es decir, hay una hipótesis por cada variable respuesta. En cuanto a los factores, hemos aplicado el factor Tarea (con las tareas 1 y 2) y el factor Mejora (cuyos niveles eran Sin Mejora y Con Mejora) a la vez, para

así comprobar si la aplicación de los aspectos de usabilidad aumenta la eficiencia/satisfacción del usuario teniendo en cuenta que, dependiendo de la tarea que sea (una de ellas puede ser más sencilla que la otra) y de si el factor Mejora se encuentra activo, puede influir en los resultados finales.

3.4 Sujetos

En este estudio experimental han colaborado voluntariamente 30 personas mayores de edad con conocimientos informáticos, entre los que destacan cuatro grupos de edad: un 3,3% de mayores de menores de 20 años (una persona estudiante del Doble Grado en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Industrial y Automática de la UPM), un 43,3% de 21 a 30 años de edad (trece estudiantes de cuarto y quinto curso del Doble Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas de la EPS-UAM), un 23,3% de 31 a 40 años (siete trabajadores de la empresa multinacional de Tecnologías de la Información GFI) y un 30% de 41 a 50 años de edad (nueve trabajadores también de la empresa GFI).

Antes de iniciar la parte práctica del experimento, en la que llamaremos “Fase Previa”, se les pidió completar a los participantes un acuerdo de confidencialidad (ver Anexo A) en el que autorizaban ser grabados para el presente experimento y la encuesta Personas para obtener datos relevantes de los mismos (nivel de conocimientos informáticos, las aplicaciones de uso más frecuente, la situación laboral, etc.). Gracias a este cuestionario, que se encuentra en el Anexo B, podemos señalar estas características:

- La muestra de 30 sujetos experimentales cuenta con 7 mujeres y 23 hombres.
- Nivel de informática: el 70% de los participantes afirmó tener un nivel alto de informática y el 30% restante un nivel medio.
- Ordenadores: el 100% de los sujetos afirmó trabajar con ordenadores, de los cuales el 93,3% lo hacía desde hace más de 4 años y el 6,7 % restante desde hace 2 o 3 años.
- Situación laboral: el 76,7% de los usuarios que participaron en el experimento trabajan frente al 23,3% que no.
- Aplicación más utilizada: el 36,7% suele utilizar Aplicaciones de Desarrollo Software, seguido de Clientes de correo electrónico con un 23,3%, Procesadores de texto con un 20%, Herramientas para la conexión SSH (PuTTY, MobbaXterm) con un 6,7%, Servidores de aplicaciones también con un 6,7%, Herramientas de Monitorización con un 3,3% y finalmente redes sociales con otro 3,3%.
- Conocimiento de OpenOffice Writer: el 67,7% afirmó que sus conocimientos de OpenOffice Writer eran básicos, el 20% que eran medios y el 13,3% restante que eran altos. En relación con el uso de la aplicación, el 53,4% afirmó no haberla utilizado nunca, el 30% una vez por semana, el 10% de 2 a 5 veces por semana y el 6,7% varias veces al día.

Los sujetos experimentales fueron divididos en dos grupos de 15 personas aleatoriamente, donde cada grupo tenía que realizar dos tareas alternas dependiendo del grupo al que perteneciera cada participante: Tarea 1 Sin Mejora y Tarea 2 con Mejora, frente a Tarea 2 Sin Mejora y Tarea 1 con Mejora.

3.5 Instrumentos de Medición

A lo largo del experimento se ha usado la versión OpenOffice 4.1.6, ya que fue la que se empleó en el experimento Base [Llerena, 2019].

Antes de empezar con el experimento, al conjunto de participantes se le facilitó unas listas estructuradas de pautas para llevar a cabo cada tarea (ver Anexos D y E). A continuación, se comentan las tareas a realizar [Llerena, 2019]:

La finalidad de la Tarea 1 consiste en teclear un título y un pequeño párrafo que se encuentran en la lista de pasos dada por la investigadora, dividir dicho párrafo en dos columnas, introducir en su inicio una letra capital e insertar un encabezado en el documento.

Con respecto a la Tarea 2, su propósito es escribir un título en el documento, diseñar una tabla con una ecuación matemática y una fórmula química e incluir el número de página.

Respecto a las tareas, es conveniente destacar los siguientes aspectos:

- Cada tarea no tiene ninguna duración estipulada, es decir, su duración dependerá del tiempo que tarde cada individuo en terminarla.
- Estas tareas que realizaron los sujetos experimentales, las efectuaron tanto con los aspectos de usabilidad presentes que intervienen en su ejecución para acrecentar el grado de satisfacción y la eficiencia de los participantes como sin ellos. Todas las características y detalles de los aspectos de usabilidad se pueden examinar en el Anexo F.

Siguiendo con los softwares utilizados, para la recolección y recopilación de datos se han empleado dos herramientas software. Por un lado, para obtener las mediciones de número de clics y tiempo dedicado en completar las tareas se ha utilizado Morae Recorder, que es una herramienta destinada a entender profundamente la experiencia de los usuarios, ya que facilita el control de los eventos del usuario mediante la monitorización y la grabación del sonido, su rostro y la pantalla. En el presente experimento se pidió permiso a los participantes y se grabaron únicamente la voz y la pantalla del ordenador.

Por otra parte, nos hemos servido de la aplicación Google Forms con el objetivo de obtener respuestas a los cuestionarios de Personas (efectuados antes del inicio del experimento) y SUS (realizado una vez tras completar cada tarea) y así adquirir estadísticas sobre el perfil y la satisfacción de los participantes. Ambos cuestionarios se encuentran en los Anexos B y C, respectivamente.

En cuanto al análisis de las grabaciones, se ha utilizado la herramienta Morae Manager para recolectar la totalidad de las pulsaciones de teclas y los clics realizados por el sujeto experimental a lo largo de la grabación, así como medir el tiempo que ha tardado el usuario en realizar la tarea y establecer filtros por cada grabación e intervalos de grabación como: tipos de clic, combinaciones de teclas, etc. Es decir, hemos utilizado Morae Manager con ayuda de los filtros mencionados para medir las métricas de tiempo (medido en segundos) destinado en completar cada tarea asignada a cada participante, así como el número de clics.

3.6 Procedimiento de Realización

En este apartado se explicará tanto el propósito de determinar el efecto de aplicar los aspectos de usabilidad como el desarrollo y la estructura del experimento (ver Figura 3.1). Tanto el desarrollo como la estructura del experimento pertenecen a la fase 2 de la investigación mencionada en el apartado 1.3.

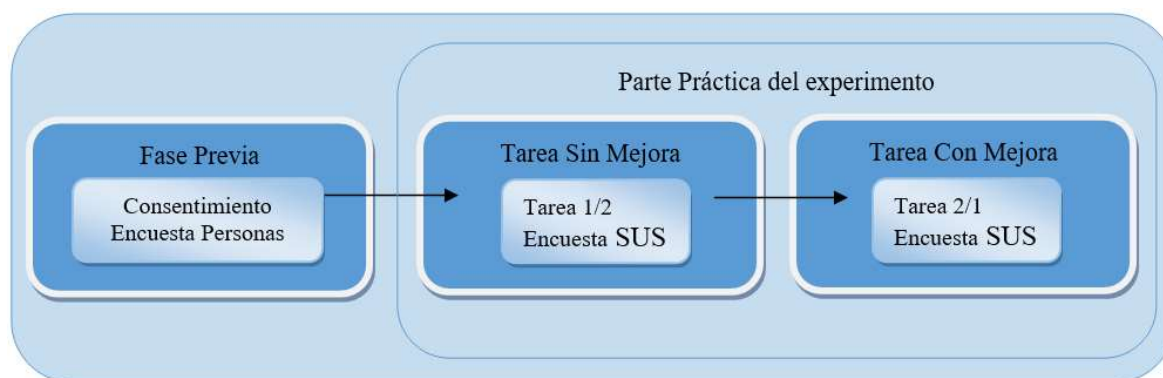


Figura 3.1: Estructura del experimento.

La introducción de los métodos/técnicas de usabilidad mencionados tanto en el planteamiento como en los objetivos del estudio experimental trata de incorporar ciertas mejoras en la usabilidad de la interfaz de la aplicación OSS de OOW a través de la creación de *plugins* que incrementen la rapidez y el grado de satisfacción y, reduzcan el esfuerzo de los usuarios en el desempeño de las dos tareas diferentes (Tarea 1 y Tarea 2) mencionadas en el apartado anterior. A continuación, mediante el análisis estadístico se evaluará el impacto que ha tenido la incorporación de los aspectos de mejora en la usabilidad y se observará si el progreso de la eficiencia y la satisfacción del usuario depende tanto del factor tarea como de la incorporación de dichos aspectos de mejora.

En cuanto a la eficiencia, se utilizaron dos métricas: el tiempo y el número de clics empleados en completar la tarea. Dividimos todos los usuarios participantes (30) en dos subgrupos de 15 (G1 y G2). Antes de realizar la parte práctica del experimento, en la que llamaremos “Fase Previa” (Figura 3.1), se les pidió que rellenaran un formulario de consentimiento en el que autorizaban ser grabados y la encuesta Personas, para conocer el perfil de los participantes. Después, el primer subgrupo de 15 sujetos (G1) realizó la Tarea 1 sin el *plugin* de mejora, y cuando terminaron de realizar la tarea, efectuaron la Tarea 2 con el *plugin* de mejora, es decir, después de haber incorporado los *plugins* de mejora (ver Anexo F) en la herramienta OOW. El subgrupo G2 hizo las tareas en orden inverso, primero la Tarea 2 sin mejora y luego la Tarea 1 con mejora. Las tareas se intercambiaron para eludir las consecuencias del aprendizaje y la fatiga de los sujetos. El diseño descrito se presenta en la Tabla 3.2.

	Sin Mejora	Con Mejora	Total
Número de participantes	15	15	30
Tarea 1	G1: Usuarios OOW	G2: Usuarios OOW	15
Tarea 2	G2: Usuarios OOW	G1: Usuarios OOW	15

Tabla 3.2: División de los grupos para la realización del experimento.

En el caso de la satisfacción del usuario, medimos el nivel de complacencia de los sujetos experimentales del software OOW tras la realización de cada tarea, es decir, previo a la incorporación de los aspectos de usabilidad (*plugins*) y luego de haberlos incorporado. Esto se logra mediante el cuestionario de usabilidad SUS (ver Anexo C). Recapitulando, cada participante completó dos cuestionarios SUS tras finalizar las dos tareas, una de las cuales se hizo sin el *plugin* de mejora y la otra con él. El valor del SUS del software se obtiene a través de la media de los SUS de las valoraciones de cada usuario. Éstas, a su vez, se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$[(q_3-1)+(5-q_4)+(q_5-1)+(5-q_6)+(q_7-1)+(5-q_8)+(q_9-1)+(5-q_{10})+(q_{11}-1)+(5-q_{12})] * 2.5$, donde q_i con $i=1,...,10$ representa el número de la pregunta de la encuesta SUS que ha sido respondida según la escala Likert por parte de cada usuario.

El conjunto de datos obtenido para la eficiencia y la satisfacción se exhibe en el Anexo G.

3.7 Diseño Experimental

El diseño factorial cruzado se ha seleccionado para este estudio experimental. Este diseño factorial es aquel en el que se investigan todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores (en nuestro caso, del factor tarea y del factor mejora, ambos factores con dos niveles cada uno: Tarea 1 y Tarea 2; y, Sin Mejora, Con Mejora) en cada ensayo completo. En este caso, como se combinan todos los niveles de ambos de factores, se dice que los factores están cruzados (Diseño factorial cruzado).

Por lo tanto, podemos decir que es factorial debido a que consideramos dos factores: tarea y mejora. Por un lado, el factor tarea es debido a las dos tareas distintas que constituyen el experimento (Tarea 1 y Tarea2) y por otro, el factor mejora se debe a la incorporación de los aspectos de mejora de usabilidad en la aplicación OOW, donde distinguimos dos situaciones: Sin Mejora y Con Mejora.

Finalmente es cruzado porque se combinan todos los niveles de ambos factores, es decir, todos los individuos están sometidos a todos los factores (Tarea 1, Tarea 2, Sin Mejora y Con Mejora). Se trata de un diseño intra-sujetos.

3.8 Amenazas a la Validez

En toda ciencia experimental siempre ha existido una preocupación por la eficiencia del estudio de la validez de los experimentos.

Se puede afirmar en términos generales que un experimento es válido si permite distinguir entre una hipótesis plausible y otra rival falsa, con un mínimo grado de error [Arnau Gras, 1979]. Por tanto, podemos definir la validez de un experimento como la medida en que una posible relación se cumple para un determinado nivel de referencia objetiva. De acuerdo con esto, todo experimento debe reunir dos cuestiones básicas que involucren la noción de validez: interna y externa.

En este apartado se presentan y explican todos los aspectos asociados con la problemática de la validez del presente estudio experimental.

Refiriéndonos a la **validez interna**, ésta se estructura alrededor de la supervisión del transcurso de la investigación con el fin de establecer relaciones para asociar los factores y las variables respuesta [Acuña et al., 2008].

Debido a lo anteriormente expuesto, la validez interna alude al nivel de seguridad que se tiene en cuanto a la posibilidad de la interpretación de los resultados de un experimento y que sean adecuados. Además, se refiere al grado en que una evidencia avala una aseveración sobre causa y efecto, en el marco de un determinado estudio. Este tipo de validez está asociada con la calidad del experimento y se alcanza mediante la supervisión de los grupos [Campbell & Stanley, 1963].

Concretamente, las amenazas frente a la validez interna en nuestro experimento son las siguientes:

- Grado de destreza con la aplicación: La totalidad de los sujetos que participaron en el experimento tienen un nivel semejante de conocimientos informáticos (medio/alto) debido a que se encuentran o estudiando (y terminando) carreras relacionadas con la informática o trabajando y dedicándose al mundo de la informática. Sin embargo, a través del cuestionario de familiaridad (ver Anexo B) hemos podido observar que pocos de ellos tienen experiencia y destreza con la aplicación de OOW.
- Motivación: Es previsible que no todos los individuos actúen de la misma manera al enfrentarse a las tareas, especialmente si se encuentran distraídos y no prestan suficiente atención.
- Lectura: No todos los participantes tardan lo mismo en leer y entender la guía de pasos para las tareas, sobre todo si no se encuentran atentos, piensan que no necesitan el uso de la guía y luego tienen que volver a atrás y empezar a leer nuevamente porque no consiguen hacer las tareas o se saltan algún paso.
- Orden de realización de las tareas: Es posible que, al ser tareas distintas, una sea más sencilla que la otra, y por tanto los participantes que realicen primero esta tarea pueden estar más cansados y luego realizar la segunda tarea con menos motivación.
- Preguntas frecuentes y controversia de la guía: En el inicio del experimento, algunos participantes que no tenían destreza con la aplicación plantearon numerosas preguntas cuando llegaban a la segunda tarea, a la parte de escribir la fórmula matemática.

La primera amenaza se ha reducido con una guía (lista) de pasos (ver Anexos D y E) de las principales funcionalidades de la aplicación OOW que son suficientes para llevar a cabo ambas tareas, con el objetivo de que los conocimientos de partida de los sujetos que conforman el experimento sean semejantes en la medida de lo posible.

Para mitigar la segunda y la tercera amenaza, se ha enfatizado a los participantes antes de empezar a completar las tareas de que leyeran todo cuidadosamente y que todos los pasos a seguir estaban bien detallados en la guía de pasos de cada tarea.

Para mitigar cualquier posible influencia de la cuarta amenaza, los individuos son distribuidos de manera aleatoria en cada grupo intentando que el número de participantes de ambos sea el mismo. Este procedimiento de asignación aleatoria, de acuerdo con [Cochran & Cox, 1980], es una medida cautelar en contra de posibles interferencias, por tanto, es recomendable invertir el tiempo que se precise en aleatorizar a pesar de que no se prevea una desviación significativa sobre los resultados en caso de no tomar medidas.

La última amenaza se mitigó mediante una modificación de la guía de pasos: se produjo un cambio en la definición de la lista de pasos para realizar la Tarea 2, debido a que no estaba del todo clara y muchos participantes tenían dudas y se atascaban en la parte de la realización de la fórmula matemática. Esto pudo causar una mayor eficiencia a los participantes que realizaron la tarea una vez modificadas las instrucciones. Sin embargo, este cambio se realizó de modo temprano, por lo que impacto se estima bajo.

En cuanto a la **validez externa**, ésta se describe como el grado en que las conclusiones de un estudio pueden ser extrapoladas a poblaciones dispares [Acuña et al., 2008].

El conjunto de individuos que se sometieron al presente experimento no puede ser extrapolado a toda la población ya que se trata de usuarios con conocimientos en torno al saber computacional; sin embargo, poseen las características de un usuario principiante (pues no tiene apenas experiencia con la aplicación) que es el patrón de usuarios que más precisa de una ayuda eficiente de la aplicación, mediante una interacción constante y sencilla la cual proporciona una experiencia sin agobios.

Concluimos con que los integrantes del experimento son una población que produce seguridad a la hora de valorar si la agregación de los aspectos de usabilidad influye en el aumento del grado de satisfacción y la eficiencia de los sujetos experimentales durante la ejecución de las tareas en OOW.

3.9 Método/Estudio Estadístico

A continuación, explicamos el método estadístico utilizado en el análisis del experimento (ver Figura 3.2), que consta de tres partes:

1. **Análisis descriptivo:** Para el estudio de los datos de la muestra se realiza un análisis de los estadísticos descriptivos básico. Para completar el análisis descriptivo, se realizan también Diagramas de violín para el estudio de las distribuciones y densidades de probabilidad, y Gráficos de perfil para comparar las medias marginales en el modelo de datos.
2. **Test estadístico:** Para completar el estudio, se efectuará un Test ANOVA de tipo III para determinar si se pueden admitir o rechazar las hipótesis nulas definidas en el apartado 3.3. En concreto, se realizará un análisis de varianza de tipo III con el método Satterthwaite, para demostrar la significancia estadística de los términos de efecto fijo.
3. Por último, se procederá a efectuar una agregación de los datos del experimento Réplica con los del Experimento Base, analizando los datos y finalmente se elaborará una discusión y una comparativa de los resultados obtenidos.

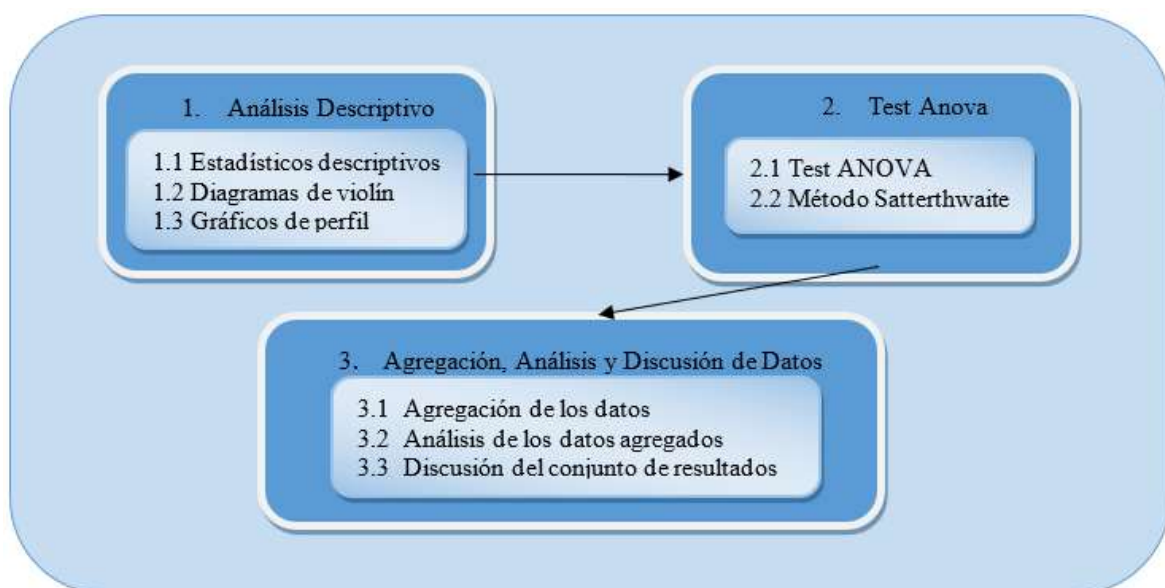


Figura 3.2: Método-estudio estadístico.

4 Agregación de Datos

Este capítulo describe en detalle tanto el análisis de datos obtenidos en la réplica del experimento Base, así como también la agregación de resultados de los dos experimentos. Como se ha mencionado anteriormente, se realizaron dos experimentos idénticos para valorar las consecuencias de incluir, o no, una mejora (*plugin*) de usabilidad en dos tareas (Tarea 1 y Tarea 2). Las variables respuesta medidas fueron: el número de clics, el tiempo necesario para terminar la tarea y la satisfacción (CLICS, SEGUNDOS y SUS, respectivamente). En cada experimento, los participantes fueron asignados a dos grupos distintos (es decir, Grupo 1 versus Grupo 2). Cada grupo completó las tareas en un orden diferente (es decir, Tarea 1 - Tarea 2 vs. Tarea 2 - Tarea 1), siendo el *plugin* de mejora ausente o presente en cada grupo (es decir, Sin-Con, Con-Sin).

En este capítulo, para cada variable respuesta se ha desarrollado el siguiente procedimiento:

- En primer lugar, proporcionamos estadísticos descriptivos, diagramas de violín y diagramas de perfil.
- En segundo lugar, analizamos los datos con un modelo *Individual Participant Data* (IPD) estratificado de una etapa [Fanshawe & Perera, 2019]. En particular ajustamos un Modelo Mixto Lineal (MML) con los siguientes factores:
 - i) TAREA: representa la Tarea 1 o la Tarea 2.
 - ii) TRATAMIENTO: representa la ausencia (No) o presencia (Sí) del *plugin* de la mejora.
 - iii) EXPERIMENTO: explica la diferencia de resultados entre la Réplica y el experimento Base.
- Por último, proporcionamos la tabla ANOVA correspondiente y el contraste para los tratamientos (a fin de evaluar la relevancia práctica de la presencia o ausencia del aspecto de usabilidad).

4.1 Análisis de Datos

Para cada variable respuesta (número de clics, segundos y SUS) realizamos el análisis estadístico, que se puede encontrar en los apartados 4.1.1, 4.1.2, y 4.1.3, respectivamente.

4.1.1 Número de Clics

La Tabla 4.1 contiene los estadísticos descriptivos de la variable respuesta Número de clics correspondientes a los experimentos Réplica y Base.

	TRATAMIENTO	TAREA	ID_EXPERIMENTO	Nº	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	MEDIANA
1	No	Tarea 1	Réplica	15	46.06	13.43	40.50
2	Sí	Tarea 1	Réplica	15	34.47	10.76	31.00
3	No	Tarea 2	Réplica	15	60.00	12.36	62.00
4	Sí	Tarea 2	Réplica	15	66.80	14.83	66.00
5	No	Tarea 1	Base	15	38.40	12.06	39.00
6	Sí	Tarea 1	Base	14	43.14	20.43	39.00
7	No	Tarea 2	Base	14	94.71	52.76	78.00
8	Sí	Tarea 2	Base	15	79.07	25.46	72.00

Tabla 4.1: Datos descriptivos del n.º de clics del experimento Réplica y el experimento Base.

En cuanto al número de clics, en la Tarea 1, podemos observar (Tabla 4.1) que, para un número muy similar de participantes (entre 14 y 15), hay comportamientos distintos en la media, desviación típica y mediana del experimento Réplica frente al experimento Base. En el experimento Réplica, podemos apreciar una disminución de estos estadísticos descriptivos cuando la mejora está presente. Sin embargo, tenemos un comportamiento contrario en el experimento Base, pues contemplamos un aumento de estos estadísticos para los sujetos quienes tenían la mejora presente.

En la Tarea 2 observamos también un comportamiento opuesto en el análisis descriptivo de estos estadísticos (media, desviación típica y mediana), pues en el experimento Réplica todos estos estadísticos son mayores en los casos en que los sujetos hicieron el experimento con la mejora presente, mientras que en el experimento Base son menores cuando la mejora está presente.

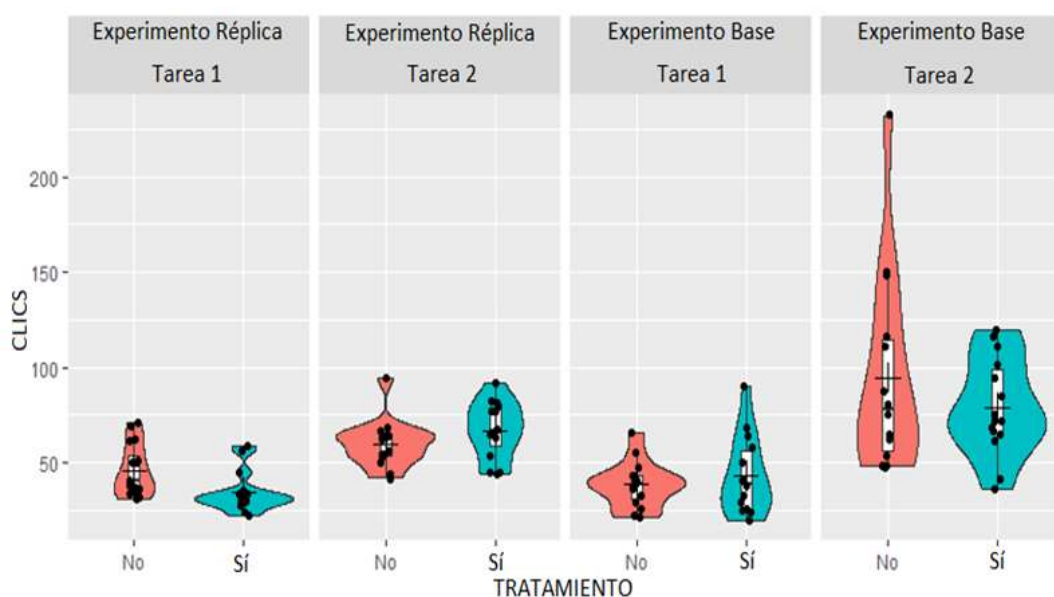


Figura 4.1: Diagramas de violín del n.º de clics del experimento Réplica y el experimento Base.

A continuación, nos centramos en analizar las distribuciones y densidades de probabilidad de las puntuaciones del número de clics de la Tarea 1 y la Tarea 2 utilizando diagramas de violín.

En cuanto a la Tarea 1, como podemos apreciar en la Figura 4.1, ocurren comportamientos opuestos: en el experimento Base (en el tercer diagrama), el número de clics sin la mejora es menor que el número de clics cuando la mejora está presente, estando además más separados en el caso de la mejora y teniendo valores más extremos. En cambio, en el experimento Réplica (primer diagrama), observamos que el número de clics sin el aspecto de mejora es mayor que con ella. En cuanto a la dispersión de los datos, es parecida en ambos casos (con y sin la mejora) siendo ligeramente menor en el caso de la mejora y habiendo una concentración mayor al principio de la actividad en ambos casos.

Observando la Tarea 2 podemos apreciar una diferencia bastante notable en el caso del experimento Base (cuarto diagrama). Vemos que la dispersión de los datos del número de clics sin la mejora es mucho mayor, con un valor extremo destacado, que cuando la mejora está presente. En el experimento Réplica (segundo diagrama), observamos que no hay mucha diferencia en el número de clics con el aspecto de mejora presente que sin él; sin embargo,

apreciamos que hay mayor dispersión en el caso en el que la mejora no está presente. Por lo tanto, en este caso, ambos experimentos tienen un comportamiento similar.

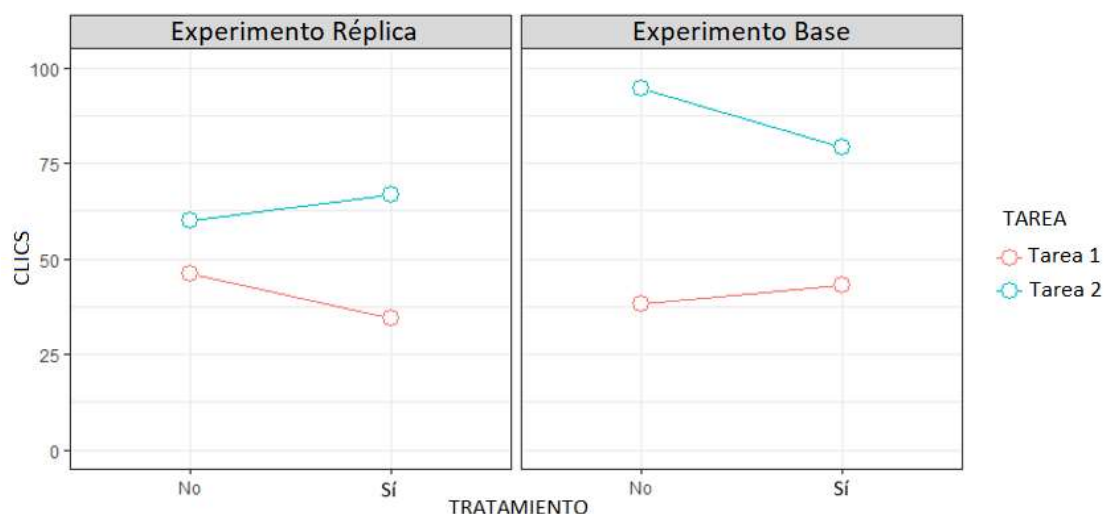


Figura 4.2: Gráficos de perfil del n.º de clics del experimento Réplica y el experimento Base.

Mediante los gráficos de perfil podemos comparar las medias marginales en el modelo. Como podemos ver en los gráficos de perfil (Figura 4.2), el número de clics tiende a ser mayor para la Tarea 2 que para la Tarea 1. Sin embargo, encontramos trayectorias opuestas en el experimento Réplica y el experimento Base con respecto al efecto del aspecto de usabilidad en las tareas (mientras que el número de clics con el aspecto de usabilidad para la Tarea 2 aumenta el número de clics en la Réplica, sucede lo contrario para la Tarea 1). Se puede hacer una observación similar para el experimento Base, en la que las trayectorias de ambas tareas son contrarias: el número de clics cuando el aspecto de usabilidad se encuentra activo para la Tarea 1 aumenta y en la Tarea 2 disminuye.

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
TRATAMIENTO	455	455	1	57.945	1.0026	0.32085
TAREA	34769	34769	1	57.945	76.6337	3.41e-12 ***
ID EXPERIMENTO	2334	2334	1	57.716	5.1446	0.02708 *
TRATAMIENTO: TAREA	0	0	1	57.716	0.0002	0.99005

Contraste	Estimación	SE	DF (grados de libertad)	t. ratio	p.value
No - Sí	3.92	3.92	57.8	1.001	0.3211

Tabla 4.2: Tabla ANOVA del n.º de clics del experimento Réplica y el experimento Base.

Como podemos ver en la tabla ANOVA (Tabla 4.2), la existencia o carencia de los aspectos de usabilidad no afecta significativamente al número de clics realizados. En particular, la diferencia promedio en el número de clics es igual a 3.92. Dicho de otra manera, la cantidad de clics tiende a disminuir en alrededor de 4 con la presencia de la mejora de usabilidad. Esto es casi insignificante, al menos en relación con el número promedio de clics en OOW en ambos experimentos.

4.1.2 Segundos

La Tabla 4.3 presenta los estadísticos descriptivos en relación con el tiempo (en segundos) correspondientes a los experimentos Réplica y Base.

	TRATAMIENTO	TAREA	ID_EXPERIMENTO	Nº	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	MEDIANA
1	No	Tarea 1	Réplica	15	381.18	71.01	382.27
2	Sí	Tarea 1	Réplica	15	406.04	66.04	408.02
3	No	Tarea 2	Réplica	15	516.90	72.15	513.74
4	Sí	Tarea 2	Réplica	15	460.52	127.62	489.10
5	No	Tarea 1	Base	15	484.73	176.52	442.00
6	Sí	Tarea 1	Base	14	338.43	83.80	341.50
7	No	Tarea 2	Base	14	507.00	316.55	436.50
8	Sí	Tarea 2	Base	15	446.73	187.26	417.00

Tabla 4.3: Datos descriptivos del tiempo del experimento Réplica y el experimento Base.

Respecto al tiempo de duración de las tareas (segundos), en la Tarea 1, podemos observar (Tabla 4.3) que, para un número muy similar de participantes (entre 14 y 15), hay comportamientos distintos en la media, y mediana del experimento Réplica frente al experimento Base. En el experimento Réplica contemplamos un crecimiento de la media y la mediana y un descenso de la desviación típica cuando la mejora está activa. En cambio, en el experimento Base, vemos una disminución de todas las medidas descriptivas de media, desviación típica y mediana cuando el aspecto de mejora se encuentra presente.

En la Tarea 2 podemos apreciar en ambos experimentos un comportamiento similar en los estadísticos de la media y la mediana, y, diferente para la desviación típica. Así, contemplamos una disminución en la media y la mediana en ambos experimentos, una mayor desviación típica en el experimento Réplica y una menor desviación típica en el experimento Base para los sujetos quienes tenían la mejora presente.

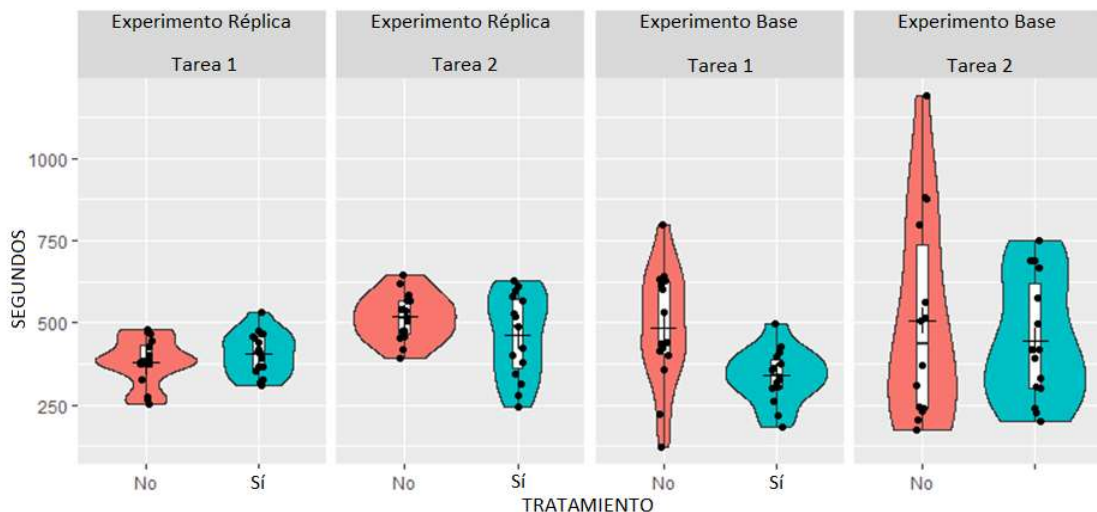


Figura 4.3: Diagramas de violín del tiempo del experimento Réplica y el experimento Base.

Ahora, nos centramos en analizar las distribuciones y densidades de probabilidad de las puntuaciones del tiempo (en segundos) de ambas tareas por medio de diagramas de violín.

En cuanto a la Tarea 1, como podemos apreciar en la Figura 4.3, ocurren comportamientos opuestos: en el experimento Base (en el tercer diagrama), el tiempo, en segundos, sin la mejora es mayor que el tiempo cuando la mejora está presente, estando además más separados y teniendo valores más extremos cuando la mejora está ausente. En cambio, en el experimento Réplica (primer diagrama), observamos que el tiempo sin el aspecto de mejora es menor que con ella. En cuanto a la dispersión de los datos, es distinta en ambos experimentos, pues en el experimento Base los datos se encuentran más dispersos con la ausencia de la mejora (llegando a valores más extremos) y en el experimento Réplica la dispersión es similar en ambos casos, aunque destacando una mayor concentración al principio de la actividad en el caso de la mejora presente; mientras que sin la mejora la concentración sucede al final de la actividad.

Centrándonos en la Tarea 2, podemos contemplar un comportamiento distinto en ambos experimentos. Respecto a la dispersión, podemos apreciar una mayor dispersión en la tarea llevada a cabo sin mejora en el experimento Base mientras que en el experimento Réplica sucede lo contrario, pues la dispersión de los datos es mayor en la tarea para los sujetos quienes tenían la mejora presente. Además, el tiempo en el experimento Base es bastante mayor en caso de ausencia de la mejora que con ella y en el experimento Réplica el tiempo es similar en ambos casos. Por tanto, en este caso, los experimentos tienen un comportamiento diferente.

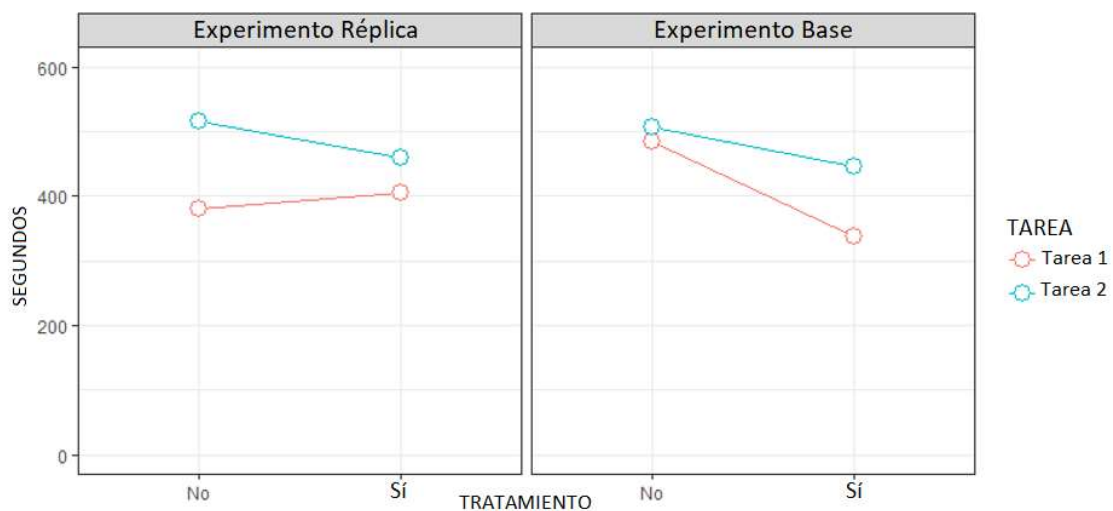


Figura 4.4: Gráficos de perfil del tiempo del experimento Réplica y el experimento Base.

Como podemos ver en el diagrama de perfil (Figura 4.4), el tiempo necesario para realizar la Tarea 1 en el experimento Base con el aspecto de usabilidad es significativamente menor que sin el aspecto. En general, el aspecto de usabilidad parece disminuir el tiempo necesario.

Sin embargo, encontramos en la Tarea 1 una trayectoria opuesta en el experimento Réplica: el tiempo aumenta de manera poco significativa cuando la mejora está presente.

En cuanto a la Tarea 2 observamos que tiene la misma trayectoria en ambos experimentos, el tiempo disminuye en el caso en el que la mejora está presente. En general, el aspecto de usabilidad parece disminuir el tiempo necesario para completar la Tarea 2.

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
TRATAMIENTO	105893	105893	1	56.791	5.5828	0.02159*
TAREA	193152	193152	1	56.791	10.1832	0.0023 **
ID_EXPERIMENTO	233	233	1	56.555	0.0123	0.91217
TRATAMIENTO: TAREA	8	8	1	56.555	0.0004	0.98391

Contraste	Estimación	SE	DF	t. ratio	p.value
No - Sí	59.9	25.4	57.8	2.362	0.0216

Tabla 4.4: Tabla ANOVA del tiempo del experimento Réplica y el experimento Base.

Como podemos ver en la tabla ANOVA (Tabla 4.4), la diferencia en segundos entre tener el aspecto de usabilidad y no tenerlo es estadísticamente significativo. Como podemos ver en el contraste, la diferencia promedio en segundos es igual a $M = 59.9$ (alrededor de 1 minuto). En consecuencia, la presencia o ausencia del aspecto de usabilidad tiene un impacto relevante en el tiempo necesario para finalizar las tareas, disminuyéndolo de modo significativo.

4.1.3 SUS

En la Tabla 4.5 se revelan los estadísticos descriptivos relacionados con la satisfacción de los usuarios correspondientes a los experimentos Réplica y Base.

	TRATAMIENTO	TAREA	ID_EXPERIMENTO	Nº	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	MEDIANA
1	No	Tarea 1	Réplica	15	67.33	11.40	65.00
2	Sí	Tarea 1	Réplica	15	60.67	19.14	67.50
3	No	Tarea 2	Réplica	15	57.33	21.22	62.50
4	Sí	Tarea 2	Réplica	15	64.33	14.95	60.00
5	No	Tarea 1	Base	15	63.00	16.56	62.50
6	Sí	Tarea 1	Base	14	61.96	15.54	61.25
7	No	Tarea 2	Base	14	50.00	11.48	50.00
8	Sí	Tarea 2	Base	15	56.67	17.59	55.00

Tabla 4.5: Datos descriptivos SUS del experimento Réplica y el experimento Base.

Refiriéndonos al nivel de satisfacción de los usuarios, SUS, en la Tarea 1, contemplamos (Tabla 4.5) que, para un número muy parecido de participantes (entre 14 y 15), hay comportamientos distintos de los estadísticos descriptivos de desviación típica y mediana del experimento Réplica frente al experimento Base. En el experimento Réplica distinguimos un aumento de la desviación típica y la mediana para los sujetos que tenían la mejora presente, frente a una disminución de estos estadísticos en el experimento Base (mejora presente). En cambio, observamos el mismo comportamiento en la media, pues sucede una disminución de ésta en los casos en los que la mejora se encuentra presente.

En la Tarea 2 vemos que sucede lo mismo: un comportamiento opuesto en los estadísticos descriptivos de la desviación típica y la mediana frente a uno muy similar en el caso de la media. Así, en el experimento Réplica, podemos apreciar una disminución en la mediana y la desviación típica con la mejora aplicada frente a un aumento de estos valores en el experimento Base (mejora presente). Sin embargo, observamos que respecto a la media tenemos el mismo comportamiento en ambos experimentos cuando tiene lugar la mejora, es decir, sucede una disminución de la media.

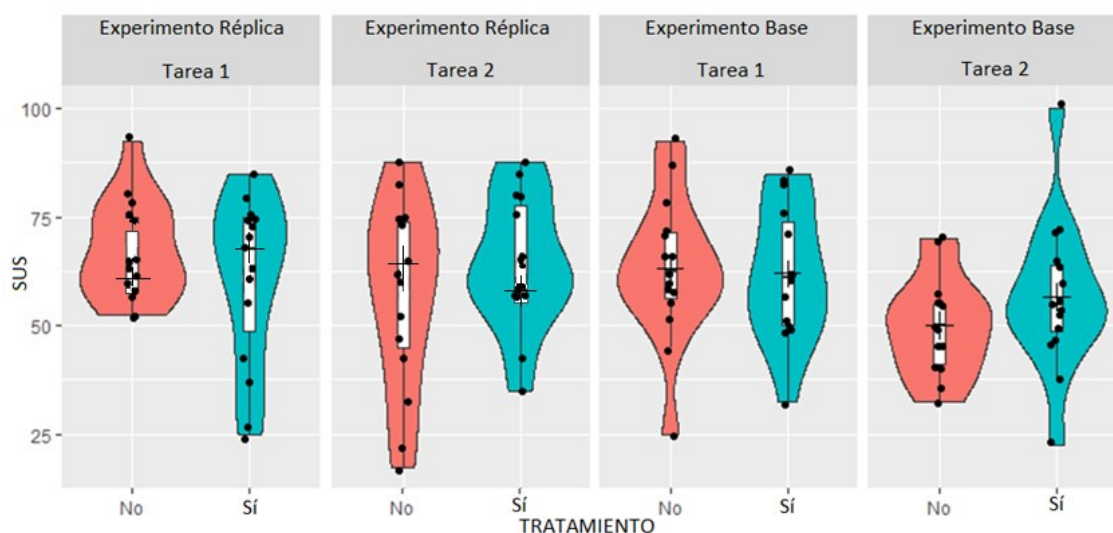


Figura 4.5: Diagramas de violín SUS del experimento Réplica y el experimento Base.

A continuación, nos centramos en analizar las distribuciones y densidades de probabilidad de las puntuaciones de SUS de ambas tareas por medio de diagramas de violín.

En referencia a la Tarea 1, como podemos apreciar en la Figura 4.5 ocurren comportamientos similares: en ambos experimentos, Base y Réplica (en el tercer y primer diagrama, respectivamente), la satisfacción de SUS es mayor en el experimento en el que la mejora se encuentra ausente. Sin embargo, en este caso, observamos una mayor dispersión de datos con valores más extremos y una mayor concentración en valores medios en el experimento Base. En el experimento Réplica, observamos una menor dispersión y una mayor concentración de datos en la mitad inferior del diagrama de violín. Respecto al experimento con la mejora presente, contemplamos una distribución similar en ambos experimentos (Base y Réplica) pero una concentración de datos en distintos puntos; en el caso del experimento Base en la mitad inferior con una apreciable concentración también en los valores superiores, y, en el caso del experimento Réplica una mayor concentración en la mitad superior, con valores más dispersos que en el otro experimento (Base).

En cuanto a la Tarea 2, podemos observar diferencias bastante notables en ambos experimentos. En el caso del experimento Base, podemos apreciar una mayor satisfacción en el caso en el que la mejora se encuentra presente respecto a cuando se encuentra desactivada. También contemplamos una gran dispersión de datos en el caso de la mejora presente, con una concentración de estos en los valores intermedios. La concentración de los datos cuando no se aplica la mejora también tiene lugar en valores intermedios. En cuanto al experimento Réplica, observamos un comportamiento muy similar en los casos de mejora presente y ausente, llegando a valores altos de satisfacción en ambos casos, pero destacando una mayor dispersión de datos cuando la mejora está desactivada. Respecto a la concentración de datos, es mayor en la mitad inferior en el caso de presencia de la mejora, y similar en todos los puntos cuando la mejora se encuentra sin aplicar.

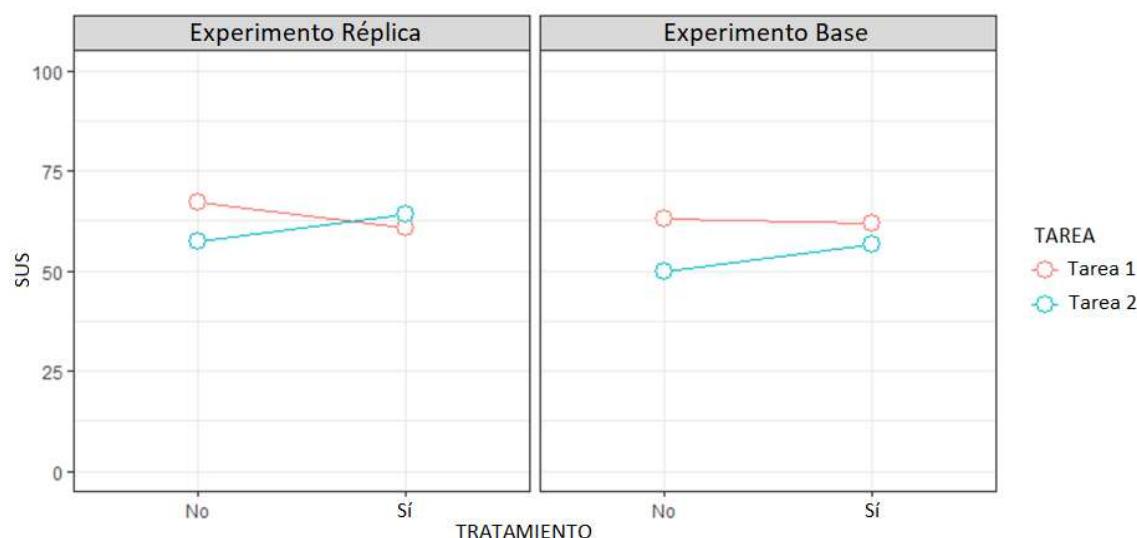


Figura 4.6: Gráficos de perfil SUS del experimento Réplica y el experimento Base.

Como podemos apreciar en los gráficos de perfil (Figura 4.6), se observan comportamientos similares en ambos experimentos (Base y Réplica), es decir, ocurre el mismo suceso en la Tarea 1 de ambos experimentos (donde la trayectoria de ambas Tareas 1 es la misma) y tiene lugar el mismo comportamiento en la Tarea 2 de ambos experimentos (donde la trayectoria de ambas Tareas 2 es la misma). Esto es, mientras que la presencia del aspecto de usabilidad en la Tarea 2 aumenta la satisfacción, sucede lo contrario en la Tarea 1, es decir, hay una disminución de la satisfacción cuando el aspecto de mejora está presente.

La trayectoria hacia abajo en la Tarea 1 puede explicarse por la poca satisfacción de los participantes en el momento de realizar el experimento, ya que el programa iba muy lento y tardaba en reaccionar.

Sin embargo, los usuarios están más satisfechos con los resultados de la Tarea 2 en el experimento Réplica con la mejora presente que en la Tarea 2 del experimento Base con la mejora presente. Esto es así, porque al principio, la descripción de los pasos de esta tarea en el experimento Base no era del todo clara, así que en el experimento Réplica modifiqué las descripciones para que estuviera todo más detallado y que diera menos pie a errores. Esto ha tenido un efecto positivo en la satisfacción de los usuarios.

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
TRATAMIENTO	58.34	58.34	1	56.555	1.1592	0.2862
TAREA	1075.69	1075.69	1	56.555	21.3745	2.237e-05 ***
ID_EXPERIMENTO	74.04	74.04	1	57.156	1.4713	0.2301
TRATAMIENTO:	101.69	101.69	1	57.156	2.0207	0.1606
TAREA						

Contraste	Estimación	SE	DF	t. ratio	p.value
No - Sí	-1.42	1.32	56.4	-1.076	0.2863

Tabla 4.6: Tabla ANOVA SUS del experimento Réplica y el experimento Base.

Como podemos ver en la tabla ANOVA (Tabla 4.6), la diferencia entre tener o no el aspecto de usabilidad implementado no afecta en gran medida la satisfacción de los usuarios. No

obstante, la presencia del aspecto de usabilidad aumenta ligeramente la satisfacción de los usuarios (es decir, $M=-1.42$).

4.2 Discusión de Resultados de la Réplica

En este apartado discutiremos los resultados del experimento Réplica analizados anteriormente para poder responder a la principal pregunta planteada al inicio del estudio experimental:

- **PI: ¿Los aspectos de usabilidad añadidos a la aplicación OSS influyen en que los usuarios realicen las tareas con mayor rapidez y menor esfuerzo, así como también se encuentren más satisfechos al llevar a cabo dichas tareas en OpenOffice Writer?**

Para ello, vamos a ir interpretando los datos de todas nuestras variables respuesta anteriores: Número de clics, Segundos y SUS, en los apartados 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3, respectivamente.

4.2.1 Número de Clics

Recordando el análisis descriptivo del apartado anterior, en la Tabla 4.1, en la Tarea 1 se producía una disminución de todos los estadísticos analizados (media, desviación típica y mediana) cuando la mejora está presente.

Tener una menor media de número de clics, implica que los sujetos realizan menos clics en la tarea. Gracias a las grabaciones, hemos podido apreciar que, la mayor parte de las personas siguen las instrucciones del *plugin* de mejora correctamente, lo que hace que con pulsar un botón se realice la mayor parte de la tarea, con lo que al final es necesario un menor número de clics.

La disminución de la desviación típica significa que la concentración de los datos alrededor de la media es mayor, por lo que la dispersión de los datos es menor, es decir, que los datos son más parecidos unos a otros. Esto es así, porque al haberse producido una disminución en la media del número de clics, los datos son menores, por lo que hay menos diferencia entre los valores de los datos. Vemos que esto concuerda con los gráficos de violín de la Figura 4.1, en donde la dispersión de los datos es ligeramente inferior cuando la mejora se encuentra presente.

Al producirse una disminución de la media y la desviación típica, concuerda con que se produzca una disminución de la mediana, ya que el valor de los datos de los sujetos que han realizado la tarea con la mejora presente ha disminuido, por lo tanto, la mediana (que es el valor numérico que separa la mitad superior de un conjunto de la mitad inferior) también lo hará. Recordando el gráfico de violín de la Figura 4.1, nuevamente, vemos que existe una concordancia donde apreciábamos que la mediana era menor en el caso en que la mejora se encuentra presente.

En cuanto a la Tarea 2, recordemos que ocurre el efecto contrario, es decir, sucede un aumento de todos los estadísticos de: media, desviación típica y mediana.

En cuanto a la media, se produce un ligero aumento del número de clics en la Tarea 2. Gracias a las grabaciones de los sujetos, hemos podido apreciar que los participantes realizan una media de unos pocos clics más debido a la inexperiencia (y poca paciencia) del uso del

plugin, ya que, al ser la primera vez que lo usan, realizan algunos clics de más pulsando varias veces en el icono del *plugin*.

El aumento de la desviación típica quiere decir que la concentración de los datos alrededor de la media será menor, por lo que la dispersión de los datos es mayor, es decir, que los valores de los datos del número de clics se encuentran más dispersos. Esto es debido a que los participantes a la hora de realizar la tarea con el *plugin* de mejora activo han registrado un número de clics más variado, en los que los valores de los datos están más alejados unos de otros. Vemos que esto concuerda con la Figura 4.1, en la que apreciábamos una mayor dispersión de los datos en el caso de la mejora ausente.

Al producirse un aumento de la media y la desviación típica, concuerda con que se produzca un aumento de la mediana, ya que el valor de los datos de los sujetos que han realizado la tarea con la mejora presente ha aumentado, por lo tanto, la mediana también lo hará. Recordando el gráfico de violín de la Figura 4.1, nuevamente, vemos que existe una concordancia donde apreciábamos que la mediana era mayor en el caso en que la mejora se encuentra presente.

Con el análisis del gráfico de perfil de la Figura 4.2, nos damos cuenta de que en las Tareas el número de clics es mayor en la 2 que en la 1. Observando los vídeos de las grabaciones, comprobamos que esto se debe a que la Tarea 2 es más laboriosa (tiene más pasos) que la Tarea 1, pues, a la hora de hacer la fórmula matemática es necesario un mayor número de clics que a la hora de poner una letra capital de un texto.

Con todo esto, podemos concluir que, en el caso de la Tarea 1, en cuanto a la variable respuesta número de clics la mejora tiene un ligero efecto positivo mientras que en la Tarea 2 no se aprecia. Sin embargo, el efecto es insignificante en vista del número promedio de clics en ambas tareas, por lo que podemos decir que la presencia/ausencia de la mejora de usabilidad no afecta significativamente al número de clics realizados.

4.2.2 Segundos

Volviendo al análisis descriptivo de la Tabla 4.3, en la Tarea 1 se producía un aumento de los estadísticos descriptivos de la media y la mediana y un descenso de la desviación típica en el caso de la mejora presente.

Una mayor media de segundos quiere decir que los participantes que realizan la tarea con el *plugin* de mejora activo tardan más que los que la realizan sin él. A través de las grabaciones hemos podido dar una explicación a este suceso; esto es porque cuando los sujetos tienen el *plugin* activo, tardan más en realizar la actividad debido a que tienen que leer las instrucciones más minuciosamente para saber cómo funciona el *plugin*, por lo que al final dedican un tiempo mayor a completar la tarea.

Que se produzca una disminución de la desviación típica quiere decir que la concentración de los datos alrededor de la media será mayor, por lo que la dispersión de los datos es menor, es decir, que hay una menor variabilidad en los valores de los datos. Esto es así, porque al haber aumentado el tiempo medio, en concreto, aumenta también el tiempo de cada participante, con lo que habrá menos diferencia de tiempos entre los sujetos, pero los valores de los datos (los segundos) serán más grandes. Sin embargo, esta disminución de la desviación típica es poco significativa, ya que, recordando los gráficos de violín de la Figura 4.3 la dispersión de los datos con mejora presente y ausente es bastante similar.

Al haberse producido un aumento en la media de los tiempos y una disminución en la desviación típica, si recordamos los gráficos de violín de Figura 4.3 vemos que existe una relación con la mediana, pues la mediana en este caso aumenta cuando la mejora está presente.

En cuanto a la Tarea 2, recordemos que ocurría lo contrario: se producía un aumento de la desviación típica y una disminución de la media, así como también de la mediana al aplicarse el aspecto de mejora.

Tener una menor media de tiempo (en segundos), implica que los sujetos tardan menos tiempo en finalizar la tarea. Gracias a las grabaciones, hemos podido constatar que la mayor parte de los participantes hace un uso correcto del *plugin* de mejora, lo que ayuda a reducir el tiempo para completar la tarea.

Por otro lado, hay algunos participantes que no hacen uso del *plugin* y deciden hacerlo todo manualmente, esto causa que haya una mayor dispersión de los datos, que deriva en un aumento de la desviación típica. Hay una mayor dispersión de los datos de los tiempos de los sujetos debido a que los participantes que utilizan el *plugin* correctamente tardan menos tiempo que los que deciden no utilizar el *plugin* aun teniéndolo activo; por lo que los tiempos son más dispares. Si nos acordamos del gráfico de violín de la Figura 4.3, apreciábamos una mayor dispersión en el caso de mejora presente, por lo que vemos que los resultados concuerdan.

Analizando el último dato descriptivo, al haberse producido una disminución en los tiempos de la media, los sujetos tardan menos en realizar la tarea, por lo que los tiempos de los sujetos serán menores. Esto provoca que la mediana sea también menor cuando la mejora se encuentra presente.

Mediante el análisis del gráfico de perfil de la Figura 4.4, reparamos en que los sujetos tardan más tiempo en completar la Tarea 2 que la Tarea 1. Analizando los vídeos, nos damos cuenta de que esto es porque la Tarea 2 es una actividad más delicada, pues se requiere hacer una fórmula matemática determinada y es una tarea que tiene más número de pasos, por lo que se tarda más en hacerla.

Finalmente, llegamos a la conclusión de que la diferencia en segundos entre tener el aspecto de usabilidad y no tenerlo es estadísticamente significativo, por lo tanto, la incorporación o no del aspecto de usabilidad tiene un impacto relevante en el tiempo necesario para finalizar las tareas.

4.2.3 SUS

En el análisis descriptivo del apartado anterior, en la Tabla 4.5, en la Tarea 1 se producía una disminución de la media y un aumento de los demás estadísticos de la desviación típica y la mediana cuando la mejora se encuentra presente.

Tener una menor media de satisfacción, implica que los sujetos están menos cómodos con la mejora que sin ella. Esto lo sabemos gracias a la encuesta SUS que realizaron todos los participantes tras haber acabado la tarea.

En cuanto al aumento de la desviación típica, quiere decir que se ha generado un incremento en la dispersión de los datos, es decir, que los valores de los datos de la satisfacción de los

participantes estarán menos concentrados alrededor de la media, por lo que se encuentran más dispersos, lo que quiere decir que hay una disparidad de opiniones. Vemos que esto concuerda con la Figura 4.5 en la que apreciamos una mayor dispersión de los datos en la parte inferior del gráfico cuando la mejora está presente debido a opiniones más negativas cuando han utilizado el *plugin* de mejora.

Al haberse producido opiniones más negativas, junto con el aumento de la desviación típica explicada en el párrafo anterior, esto conlleva a un aumento de la mediana.

Respecto a la Tarea 2, recordemos que ocurre lo contrario: un crecimiento de la media y un descenso de la desviación típica y la mediana cuando la mejora está presente.

Analizando la media de la satisfacción, el que se produzca un aumento quiere decir que los sujetos que han realizado la tarea con la mejora presente están más cómodos y por tanto más satisfechos con el *plugin* de mejora.

El que se haya producido una disminución de la desviación típica significa que hay una menor dispersión de los datos, es decir, que las opiniones de los participantes en la prueba son más homogéneas. Volviendo a la gráfica de violín de la Figura 4.5, vemos que esta observación concuerda con dicha gráfica, ya que hay una menor disparidad de los datos.

Al producirse un incremento de la media y un descenso de la desviación típica, quiere decir que hay valores más altos de la satisfacción de los sujetos y que esos valores son homogéneos, por lo que los participantes tienen opiniones semejantes. Esto evidentemente implica un aumento de la mediana, ya que la mediana va a ser un valor más alto debido a que las puntuaciones de la satisfacción de los participantes de la prueba son más altas.

Volviendo al análisis del gráfico de perfil de la Figura 4.6, nos damos cuenta de que ocurre lo contrario en ambas tareas, es decir, hay una mayor satisfacción en la Tarea 1 cuando el *plugin* está ausente y una mayor satisfacción en la Tarea 2 cuando la mejora no se encuentra ausente. Esto es debido a que, aunque la Tarea 2 es más compleja, han entendido mejor el *plugin* que en la Tarea 1.

Por último, llegamos a la conclusión de que la presencia del aspecto de usabilidad aumenta ligeramente la satisfacción de los sujetos que han participado en el experimento. Sin embargo, la diferencia entre la ausencia y la presencia no afecta de una manera notable a la satisfacción de los usuarios.

4.3 Discusión de Resultados de la Comparativa

A continuación, se realizará una comparativa de los resultados del experimento Base y del experimento Réplica.

En cuanto al número de clics, como mostramos en la Figura 4.2, podemos apreciar que en las Tareas de ambos experimentos el número de clics es mayor en la 2 que en la 1. Esto es debido a que, como se ha comentado antes, la Tarea 2 es más compleja y requiere un mayor número de pasos, por lo tanto, un mayor número de clics. Sin embargo, la trayectoria de las Tareas 2 en ambos experimentos es opuesta: en el experimento Base, el número de clics disminuye cuando la mejora está presente, y en el experimento Réplica aumenta cuando el *plugin* de mejora se encuentra activo. En el experimento Réplica, esto se debe a dos factores importantes: el primero, a que los usuarios que realizan la Tarea 2 no tienen experiencia con

el *plugin* de mejora, por lo que realizan un número mayor del necesario de clics y, a que, la mayor parte de los usuarios que hicieron la Tarea 2 sin mejora se les cambió las instrucciones (es decir, la descripción detallada de los pasos), por lo que los usuarios que realizaron la Tarea 2 sin mejora entendieron mejor esta tarea y necesitaron un número menor de clics para realizarla debido a que se equivocaban menos. En cambio, la mayoría de los sujetos experimentales que realizaron la Tarea 2 con mejora, la hicieron con una descripción menos detallada e intuitiva, por lo que se equivocaban más, y el resultado fue que necesitaron un mayor número de clics para finalizar la Tarea.

En la Tarea 1, recordamos que el número de clics era bastante menor en ambos experimentos, pero las trayectorias eran opuestas. Esto se debe a que, en el experimento Réplica, el uso del *plugin* ayudó a reducir el número de clics, mientras que en el experimento Base, los usuarios no entendieron el *plugin* de mejora.

Con todo esto, podemos decir que, en términos generales, en el experimento Réplica son necesarios menos clics en ambas tareas: en la Tarea 1 debido al efecto de la mejora, aunque ésta es poco significativa; y en la Tarea 2 debido al cambio de instrucciones más claras; sin embargo, la mejora en este caso no es influyente.

Refiriéndonos al tiempo que tardaron los participantes en llevar a cabo las tareas tal como se ha mostrado en la Figura 4.4, apreciábamos que en ambos experimentos el tiempo en la Tarea 2 es mayor al de la Tarea 1. Como he comentado antes, esto se debe principalmente a que la Tarea 2 es bastante más compleja que la Tarea 1, ya que se trata de realizar una fórmula matemática que tiene que quedar igual que la descrita inicialmente al principio de la tarea.

Aquí observamos una trayectoria muy similar en la Tarea 2 de ambos experimentos, en la que el tiempo disminuye cuando el aspecto de mejora está presente. Esto quiere decir que los sujetos de ambos experimentos entendieron correctamente el aspecto de mejora, y esto ayudó a que se redujera el tiempo al completar la tarea.

En cuanto a la Tarea 1, recordamos que el tiempo en que los sujetos tardan en completarla es menor que en la Tarea 2. Esto es debido a que la Tarea 1 es más sencilla. Sin embargo, observábamos trayectorias distintas en ambos experimentos. En el Base la mejora ayuda a disminuir el tiempo de finalización de la tarea mientras que en el Réplica se produce un aumento de tiempo con la mejora. Esto último es debido a que los sujetos tienen que leer las instrucciones más detalladamente para entender el funcionamiento del *plugin*, por lo que al final tardan más en realizar la actividad.

Así, podemos concluir con que, en el experimento Base, los sujetos tardan menos tiempo en realizar la actividad con la mejora presente y que, en el experimento Réplica, la mejora es eficaz en la Tarea 2 en cuanto al tiempo, pero no lo es en la Tarea 1, ya que provoca que los usuarios tarden más en leer las instrucciones y, por lo tanto, en finalizar la tarea.

Por último, respecto a la satisfacción de los usuarios, si recordamos la Figura 4.6 observábamos que las trayectorias de ambos experimentos eran iguales, pero siendo mayor la satisfacción de los usuarios en la Tarea 2 del experimento Réplica respecto a la Tarea 2 del Base, y siendo mayor la satisfacción tras la mejora en la Tarea 1 del experimento Base respecto a la Tarea 1 del Réplica.

La mayor satisfacción de la Tarea 2 en el experimento Réplica se debe especialmente a dos factores que he comentado con anterioridad: a que los sujetos han entendido correctamente el *plugin* de mejora y al cambio de la descripción de la Tarea 2 con unas instrucciones más precisas e intuitivas. Como los usuarios han sido más rápidos en realizar la actividad 2 con la mejora, esto se ve reflejado en la encuesta SUS en la satisfacción de los usuarios. En el experimento Base se debe al buen entendimiento del *plugin* de la mejora, lo cual también se ve reflejado en el tiempo que tardan los usuarios en realizar la tarea completa, ya que se produce una disminución del tiempo y en la disminución del número de clics con el *plugin* de mejora activo.

La mayor satisfacción de la Tarea 1 se produce principalmente porque la actividad 1 es más sencilla que la actividad 2. Sin embargo, en la Tarea 1 se produce una disminución de la satisfacción en ambos experimentos cuando el *plugin* de mejora se encuentra presente. Esto se ve reflejado en el experimento Réplica en el tiempo, ya que los usuarios tardan más con el *plugin* de mejora debido a que tienen que leer las instrucciones más minuciosamente para entender correctamente dicho *plugin*, con lo que al final están más descontentos porque les ha supuesto un aumento del tiempo a la hora de completar la tarea. En el experimento Base se ve especialmente reflejado en el número de clics, ya que se produce un aumento de ellos debido, probablemente, a la poca experiencia que tienen los usuarios con el *plugin*.

Resumiendo, podemos decir que, en ambos experimentos, los sujetos están más satisfechos con la Tarea 1 que con la Tarea 2 debido a su simplicidad, pero en el caso del experimento Réplica, en la Tarea 2 se produce un aumento general de la satisfacción cuando la mejora está presente, que se ve reflejado en la disminución del tiempo que tardan los sujetos en terminar la tarea. Además, la satisfacción de los participantes disminuye con el *plugin* de mejora en Tarea 1, ya que en el caso del experimento Réplica les ralentiza, y en el Base realizan un mayor número de clics, por lo que realizan clics innecesarios.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

Finalmente, exponemos las consecuencias fruto del análisis del presente estudio experimental que hemos llevado a cabo en este trabajo y se proponen trabajos interesantes para realizar en un futuro.

5.1 Conclusiones

En este apartado se exponen las conclusiones acerca del objetivo del trabajo de la presente investigación, el estudio empírico y la agregación de datos.

El principal objetivo del trabajo era dar respuesta a la pregunta planteada en el apartado 3.2 de si la inclusión de aspectos de usabilidad influye en que los usuarios realicen las tareas con mayor rapidez y menos esfuerzo, así como que también se encuentren más satisfechos al llevar a cabo dichas tareas en OOW.

Para responderla, se ha efectuado el presente estudio experimental, en el que se ha medido la eficiencia de los participantes por medio de los parámetros de tiempo y número de clics y, la satisfacción de los usuarios (ver Figura 5.1) a través de la encuesta SUS, realizada después de finalizar cada tarea. Por supuesto, todas las tareas (Tarea 1 y Tarea 2) se han realizado con la aplicación OOW.

Sin embargo, los resultados han sido diferentes para los distintos parámetros:

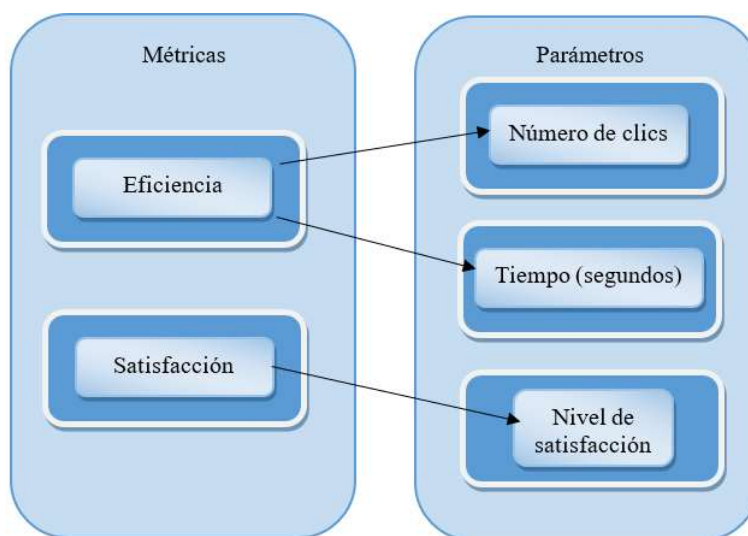


Figura 5.1: Métricas y sus parámetros.

En cuanto al número de clics, la aplicación o no de la mejora no afecta significativamente a dicho parámetro, ya que, como hemos visto en el capítulo anterior en el análisis de la tabla ANOVA, se produce un p-valor mayor que 0.05, en concreto 0.3211, por lo que no podemos refutar la hipótesis nula H_0 .1.1. En tales circunstancias, la causa de que la mejora no influyera de manera significativa en el número de clics la pudimos conocer a través de las grabaciones, pues pudimos observar que, en la Tarea 2, los participantes se equivocan a la hora de realizar la fórmula, por lo que tenían una media mayor de clics debido a la inexperiencia del uso del *plugin* de mejora y a que era una tarea más laboriosa que la primera, pues había que hacer una fórmula matemática paso por paso.

Refiriéndolos al tiempo medido en segundos que un usuario emplea en finalizar una tarea, podemos decir que en este caso sí que existe una diferencia significativa entre tener el aspecto de usabilidad y no tenerlo, ya que a través del análisis de la tabla ANOVA vemos que se produce un p-valor menor que 0.05, en concreto de 0.0216, lo que implica que la hipótesis nula $H_{0.1.2}$ es rechazada; esto advierte que el aspecto de mejora tiene un impacto relevante en el tiempo, medido en segundos, para la finalización de las tareas, pues lo disminuye de modo significativo.

Finalmente, respecto al grado de satisfacción de los sujetos con la aplicación OOW tras realizar cada tarea, la diferencia entre utilizar y no utilizar el aspecto de usabilidad no afecta en gran medida a la satisfacción de los usuarios. Aquí contamos con un p-valor de 0.2863, de forma que no podemos rechazar a hipótesis nula $H_{0.2.1}$. No obstante, la presencia del aspecto de mejora aumenta en un ligero porcentaje la satisfacción de los usuarios que han participado en el experimento.

La parte final del estudio experimental consistió en un meta-análisis aplicado al conjunto del experimento Base y el experimento Réplica, es decir, un análisis y discusión de los resultados tras agregar los datos del experimento Réplica a los del experimento Base.

Con esto, hemos concluido que, teniendo en cuenta la variable respuesta número de clics, la mejora no tiene impacto, pues en el experimento Base el número de clics es mayor que en la Réplica, por lo tanto, como hemos afirmado que en Réplica la mejora no afecta de manera significativa, lo hará aún menos en el experimento Base. Esto implica que el nivel de interacción de los usuarios con OOW debe mejorarse mediante una menor interacción de los mismos con la aplicación para no tener que usar por prueba y error los aspectos de usabilidad, es decir, lo que se verá reflejado en un menor número de clics por cada tarea.

Refiriéndonos a la variable respuesta tiempo (medido en segundos) podemos decir que la mejora sí influye significativamente en el tiempo que tardan los usuarios en completar las tareas, pues a través del análisis en el experimento Réplica hemos visto que rechazábamos la hipótesis nula $H_{0.1.2}$, por lo que también se rechazará en el experimento Base ya que en términos generales tarda menos en completar ambas tareas, por lo que se produce una disminución en el tiempo a la hora de completar las tareas. Por lo tanto, podemos afirmar que los usuarios son más rápidos en realizar las tareas a causa de los aspectos de usabilidad de Letra Capital y Encabezado y Pie de Página incorporados en OOW.

Por último, respecto a la satisfacción podemos decir que, en ambos experimentos, los sujetos están más satisfechos con la Tarea 1 que con la Tarea 2 debido a su simplicidad en comparación con la Tarea 2. Sin embargo, en el experimento Réplica se produce un aumento general de la satisfacción cuando la mejora está presente, que se ve reflejado en la disminución del tiempo que tardan los sujetos en finalizar la tarea. Además, el grado de satisfacción de dichos sujetos disminuye con el *plugin* de mejora en la Tarea 1, ya que en el caso del experimento Base implica un mayor número de clics y en Réplica les ralentiza. Concluimos que la satisfacción debe mejorarse mediante la claridad del conocimiento de los aspectos de usabilidad, ya que así no tendrán que leer detalladamente las instrucciones del funcionamiento de los mismos, lo que producirá una mayor comodidad en los usuarios.

Finalmente, llegamos a la conclusión de que, para mejorar el resultado del experimento actual debemos replantearnos el procedimiento de la realización del experimento y, añadir un nuevo paso justo antes de iniciar el estudio experimental, en el que se les explique a los

sujetos experimentales el funcionamiento de los aspectos de mejora para así resolver todas las dudas acerca de ellos para que, posteriormente, el usuario haga un uso adecuado y eficiente de los mismos.

5.2 Trabajos Futuros

Esta investigación pretende conseguir que la aplicación OOW pueda ser mejorada a partir de evidencias empíricas obtenidas mediante la réplica y agregación de datos a través de la evaluación de las métricas de eficiencia y grado de satisfacción de los individuos.

Gracias a la agregación de datos producimos una muestra de mayor tamaño después de agregar las replicaciones, por lo que podemos descubrir nuevos efectos que la línea del experimento base no había revelado a causa del pequeño tamaño de la muestra.

Asimismo, consideramos que la experimentación debe seguir realizándose debido al limitado efecto de la presencia de diferencias estadísticamente significativas, destacando las siguientes relevantes líneas de investigación:

1. Realizar más réplicas del experimento inicial con individuos diferentes a los participantes de esta investigación, para así llegar a conclusiones más sólidas debido al mayor tamaño de la muestra.
2. Reproducir el experimento en otros proyectos OSS, y así estudiar el impacto de diferentes aspectos de usabilidad.
3. Replantear el diseño de los aspectos de mejora de usabilidad y añadir funcionalidades diferentes.
4. Reconsiderar el planteamiento de las actividades (tareas) para la elaboración de otros escenarios.

Referencias

- Acuña, S. T., Gómez, M., & Juristo, N. (2008). Towards understanding the relationship between team climate and software quality—A quasi-experimental study. *Empirical Software Engineering*, 13(4), 401-434.
- Al-Odan, H. A., & Al-Daraisch, A. A. (2015, March). Open source data mining tools. In *2015 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)* (pp. 369-374). IEEE. DOI:10.1109/EITech.2015.7162956.
- Amatriain, H., Diez, E., Bertone, R., & Fernández, E. (2014). Establecimiento del Modelo de Agregación más Adecuado para Ingeniería del Software. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 2(6), 369-400.
- Arnau Gras, J. 1979. Problemática metodológica de la validez experimental. *Anuario de Psicología*, 21(2), 53-54.
- Assal, H., Chiasson, S., & Biddle, R. (2016, October). Cesar: Visual representation of source code vulnerabilities. In *2016 IEEE Symposium on Visualization for Cyber Security (VizSec)* (pp. 1-8). IEEE. DOI:10.1109/VIZSEC.2016.7739576.
- Aveledo, M., Curtino, D. M., la Rosa, A. De, & Moreno, A. M. (2012). Measuring the effect of usability mechanisms on user efficiency, effectiveness and satisfaction. In *24th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE'2012)* (pp. 599-604).
- Bezerra, R.M., da Silva, F.Q., Santana, A.M., Magalhaes, C.V., & Santos, R.E. (2015, October). Replication of empirical studies in software engineering: An update of a systematic mapping study. In *2015 9th International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM'15)* (pp. 1-4). IEEE.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2011). *Introduction to Meta-Analysis*. John Wiley & Sons.
- Brun, D., Ferreira, S. M., Gouin-Vallerand, C., & George, S. (2016, November). CARTON project: Do-it-yourself approach to turn a smartphone into a smart eyewear. In *14th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multi Media* (pp. 128-136). DOI:10.1145/3007120.3007134.
- Campbell, D.T., & Stanley, J.C. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Boston, MA, USA: Houghton Mifflin Company.
- Castro Llanos, J. W. (2014). *Incorporación de la Usabilidad en el Proceso de Desarrollo Open Source Software*. Tesis Doctoral. Directores: Acuña, Silvia. T., & Castro, John W. Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid.
- Çetin, G., & Göktürk, M. (2008, December). A measurement based framework for assessment of usability-centricness of open source software projects. In *2008 IEEE*

International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems (pp. 585-592). IEEE. DOI:10.1109/SITIS.2008.106.

Çetin, G., & Göktürk, M. (2011). Assessing usability readiness of collaborative projects. *Computer Systems Science and Engineering*, 26(4), 259-274.

Cochran, W. C., & Cox, G. M., (1980). *Diseños Experimentales*. Distrito Federal, México: Trillas.

Da Silva, F. Q., Suassuna, M., França, A. César. C., Grubb, A. M., Gouveia, T. B., Monteiro, C. V., & dos Santos, I. E. (2014). Replication of empirical studies in software engineering research: A systematic mapping study. *Empirical Software Engineering*, 19(3), 501-557.

Esichaikul, V., Aung, W. M., Bechter, C., & Rehman, M. (2013). Development and evaluation of wiki collaboration space for e-Learning. *Journal of Enterprise Information Management*, 26(5), 536-552.

Faily, S., & Lyle, J. (2013, June). Guidelines for integrating Personas into software engineering tools. In *5th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (EICS'13)* (pp. 69-74). DOI:10.1145/2494603.2480318.

Fanshawe, T. R., & Perera, R. (2019). Conducting one-stage IPD meta-analysis: Which approach should I choose? *BMJ Evidence-Based Medicine*, 24(5), 190-190.

Ferré, X., Juristo, N., Windl, H., & Constantine, L. (2001). Usability engineering-Usability basics for software developers. *IEEE Software*, 18(1), 22-29.

Ferreira, J. M., Acuña, S. T., Dieste, O., Vegas, S., Santos, A., Rodríguez, F. D., & Juristo, N. (2020). Impact of usability mechanisms: An experiment on efficiency, effectiveness and user satisfaction. *Information and Software Technology*, 107(106195), 1-17. Elsevier. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.106195>.

Gallinger, E., & Neville, K. L. (2017). Usability in the Pika discovery layer: An academic and public library case study. *Annals of Library and Information Studies (ALIS)*, 63(4), 261-265.

Hedberg, H., Iivari, N., Rajanen, M., & Harjumaa, L. (2007, May). Assuring quality and usability in open source software development. In *First International Workshop on Emerging Trends in FLOSS Research and Development (FLOSS'07: ICSE Workshops 2007)* (pp. 1-5). IEEE. DOI:10.1109/FLOSS.2007.2.

Iglesias Pedrejón, A. (2018). *Réplica y Agregación de Resultados de un Experimento Verdadero sobre el Impacto de los Mecanismos de Usabilidad de Preferencias, Retroalimentación de Progreso y Abortar Operación en un Entorno Web*. Trabajo de Fin de Grado. Directora: Silvia T. Acuña. Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid.

ISO 9241-11. International Organization for Standardization. (1998). *ISO 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Guidance on Usability*.

- Jing, X., Cimino, J. J., & Del Fiore, G. (2015). Usability and acceptance of the Librarian Infobutton Tailoring Environment: An open access online knowledge capture, management, and configuration tool for OpenInfobutton. *Journal of Medical Internet Research*, 17(11), 1-10. DOI:10.2196/jmir.4281.
- Judd, C. M., Smith, E. R., & Kidder, L. H. (1991). *Research Methods in Social Relations*. Hartcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Juristo, N., Moreno, A. M., & Sanchez-Segura, M. I. (2007a). Analysing the impact of usability on software design. *Journal of Systems and Software*, 80(9), 1506-1516.
- Juristo, N., Moreno, A., & Sanchez-Segura, M. I. (2007b). Guidelines for eliciting usability functionalities. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 33(11), 744-758.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Technical Report. Keele, UK, Keele University, 33, 1-26.
- Kitchenham, B. (2008). The role of replications in empirical software engineering—A word of warning. *Empirical Software Engineering*, 13(2), 219-221.
- Kolagani, N., & Ramu, P. (2017). A participatory framework for developing public participation GIS solutions to improve resource management systems. *International Journal of Geographical Information Science*, 31(3), 463-480. DOI:10.1080/13658816.2016.1206202.
- Lisowska Masson, A., Amstutz, T., & Lalanne, D. (2017, May). A usability refactoring process for large-scale open source projects: The ILIAS case study. In *2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1135-1143). DOI:10.1145/3027063.3053345.
- Liu, W., Purdon, K., Stafford, T., Paden, J., & Li, X. (2016). Open Polar Server (OPS)—An open source infrastructure for the Cryosphere Community. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(3), 32. DOI:10.3390/ijgi5030032.
- Llerena, L. (2019). *Procedimiento Formalizado para la Incorporación de Técnicas de Usabilidad en el Proceso de Desarrollo Open Source Software*. Tesis doctoral. Directores: Acuña, Silvia T. & Castro, John W. Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid.
- Llerena, L., Castro, J. W., & Acuña, S. T. (2019a). A pilot empirical study of applying a usability technique in an open source software project. *Information and Software Technology*, 106, 122-125.
- Llerena, L., Rodríguez, N., Castro, J. W., & Acuña, S. T. (2019b). Adapting usability techniques for application in open source software: A multiple case study. *Information and Software Technology*, 107, 48-64.
- Lumley, T., Diehr, P., Emerson, S., & Chen, L. (2002). The importance of the normality assumption in large public health data sets. *Annual review of public health*, 23(1), 151-169.

- Navarrete, J. I. P., Dieste, O., Marín, B., España, S., Vegas, S., Pastor, O., & Juristo, N. (2018). Evaluating model-driven development claims with respect to quality: a family of experiments. *IEEE Transactions on Software Engineering*.
- Nichols, D. M., & Twidale, M. B. (2006). Usability processes in open source projects. *Software Process: Improvement and Practice*, 11(2), 149-162. DOI:10.1002/spip.256.
- Noll, J., & Liu, W. M. (2010, May). Requirements elicitation in open source software development: a case study. In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Emerging Trends in Free/Libre/Open Source Software Research and Development* (pp. 35-40).
- Offutt, J. (2002). Quality attributes of web software applications. *IEEE Software*, 19(2), 25-32.
- Osiński, S., & Weiss, D. (2007, June). Introducing usability practices to OSS: The insiders' experience. In *IFIP International conference on open source systems* (pp. 313-318). Springer. DOI:10.1007/978-0-387-72486-7_34.
- Pruett, J., & Choi, N. (2013). A comparison between select open source and proprietary integrated library systems. *Library Hi Tech*, 31(3), 435-454.
- Rajanen, M., & Iivari, N. (2015, May). Examining usability work and culture in OSS. In *IFIP International Conference on Open Source Systems* (pp. 58-67). Springer.
- Rajanen, M., Iivari, N., & Keskitalo, E. (2012, October). Introducing usability activities into open source software development projects: A participative approach. In *7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design* (pp. 683-692). DOI:10.1145/2399016.2399120.
- Raza, A., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2011). An empirical study of open source software usability: The industrial perspective. *International Journal of Open Source Software and Processes (IJOSSP)*, 3(1), 1-16. DOI:10.4018/josspp.2011010101.
- Raza, A., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2012a). Users' perception of open source usability: An empirical study. *Engineering with Computers*, 28(2), 109-121. DOI:10.1007/s00366-011-0222-1.
- Raza, A., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2012b). An open source usability maturity model (OS-UMM). *Computers in Human Behavior*, 28(4), 1109-1121. DOI:10.1016/j.chb.2012.01.018.
- Raza, A., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2013, September). Maintenance support in open source software projects. In *Eighth International Conference on Digital Information Management (ICDIM 2013)* (pp. 391-395). IEEE.
- Reitmayr, E., Balazs, B., & Mühlig, J. (2006). Integrating Usability with Open Source Software Development: Case Studies from the Initiative OpenUsability. *Towards Open Source Software Adoption*, 65.

- Santos, A., Gómez, O. S., & Juristo, N. (2018). Analyzing families of experiments in SE: A systematic mapping study. *IEEE Transactions on Software Engineering*. DOI:10.1109/TSE.2018.2864633
- Santos, A., Vegas, S., Oivo, M., & Juristo, N. (2019). A procedure and guidelines for analyzing groups of software engineering replications. *IEEE Transactions on Software Engineering*. DOI:10.1109/TSE.2019.2935720
- Sauro, J., & Kindlund, E. (2005, April). A method to standardize usability metrics into a single score. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'05)* (pp. 401-409).
- Scacchi, W. (2009). Understanding requirements for open source software. In *Design Requirements Engineering: A Ten-Year Perspective* (pp. 467-494). Springer.
- Schryen, G., & Kadura, R. (2009, March). Open source vs. closed source software: Towards measuring security. In *2009 ACM Symposium on Applied Computing (SAC'09)* (pp. 2016-2023). DOI:10.1145/1529282.1529731.
- Semedo, J., Oliveira, A., Machado, A., Moreira, J., Rodrigues, J., Aparício, J., Pasterkamp, H., Jesus, L. M. T., & Marques, A. (2015). Computerised Lung Auscultation – Sound Software (CLASS). *Procedia Comput. Sci.* 64, 697–704. DOI:10.1016/j.procs.2015.08.589.
- Shull, F. J., Carver, J. C., Vegas, S., & Juristo, N. (2008). The role of replications in empirical software engineering. *Empirical Software Engineering*, 13(2), 211-218.
- Sjøberg, D. I., Hannay, J. E., Hansen, O., Kampenes, V. B., Karahasanovic, A., Liborg, N. K., & Rekdal, A. C. (2005). A survey of controlled experiments in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(9), 733-753.
- Terry, M., Kay, M., & Lafreniere, B. (2010, April). Perceptions and practices of usability in the free/open source software (FoSS) community. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'10)* (pp. 999-1008). DOI:10.1145/1753326.1753476.
- Vila Blanco, N., Rodríguez-Liñares, L., Cuesta, P., Lado, M. J., Méndez, A. J., & Vila, X. A. (2016). gVARVI: A graphical software tool for the acquisition of the heart rate in response to external stimuli. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 132, 197-205. DOI:10.1016/j.cmpb.2016.05.005.
- Vourvopoulos, A., & Bermudez i Badia, S. B. I. (2016, February). Usability and cost-effectiveness in brain-computer interaction: Is it user throughput or technology related? In *7th Augmented Human International Conference 2016 (AH '16)*. ACM, Article 19 (pp. 1-8). DOI:<https://doi.org/10.1145/2875194.2875244>.
- Yusop, N. S. M., Grundy, J., & Vasa, R. (2016, June). Reporting usability defects: Do reporters report what software developers need? In *20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE'16)* (pp. 1-10). DOI:10.1145/2915970.2915995.

Glosario

Agregación	La agregación de experimentos supone la anexión de los resultados finales de una colección de experimentos. Así, se pretende encontrar una conclusión que englobe los resultados individuales.
ANOVA tipo III	ANOVA (ANalysis Of VAriance) es el método de estudio de la varianza que constituye el instrumento fundamental para el análisis del impacto de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable continua y utiliza la distribución F de Fisher como parte del contraste de hipótesis. Por ello, es el test estadístico a utilizar si se quiere contrastar las medias de dos o más grupos. El tipo III se refiere al método para realizar el cálculo de las sumas de cuadrados de un efecto de diseño.
Evidencia empírica	Aseveraciones deducidas mediante la experiencia u observación del mundo que nos rodea a través de los sentidos. Esta información es clave para el método científico y es recogida y estudiada por los científicos.
Familia de experimentos	Conjunto de experimentos que intentan explicar un fenómeno en común. Está formada por un conjunto de replicaciones experimentales de como mínimo dos experimentos con al menos dos tecnologías diferentes que tratan la misma variable respuesta, en el que existe acceso a los datos de cada experimento, ya sean agregados o los propios de cada experimento y se conoce el diseño y el protocolo experimental. Gracias a las familias experimentales logramos una mayor certeza estadística debido al mayor número de individuos involucrados.
IPD	<i>Individual Participant Data</i> (IPD) es una técnica de muestreo de datos (Datos de Participantes Individuales) para analizar los datos de una muestra. Un IPD estratificado es la técnica de muestreo de datos para la cual antes de comenzar el proceso de muestreo se efectúa una división de la población que queremos estudiar en diferentes subpoblaciones o estratos disjuntos, de forma que un sujeto sólo pueda corresponder a un estrato. A continuación, se construye la muestra eligiendo por separado sujetos de cada estrato, para lo cual se emplea la técnica de muestro mencionada.
Meta-análisis	Corresponde al análisis estadístico de un repertorio de datos consistente en una combinación de los resultados provenientes de diferentes investigaciones individuales con el fin de obtener una conclusión.
Modelo de efectos fijos	Los efectos fijos son constantes para cada individuo en el periodo analizado y son interesantes en sí mismos, mientras

que los efectos son aleatorios si hay interés en la población subyacente. Así, en este modelo los datos de los experimentos agregados en el meta-análisis evalúan un idéntico y único tamaño de efecto poblacional, de manera que la única variabilidad en los estudios individuales es la ocasionada por el error de muestreo aleatorio, cuantificado mediante la estimación de la varianza intra-estudio. Con todo esto, podemos decir que las desigualdades entre las magnitudes del efecto de cada estudio son la causa de que éstos (estudios) emplean muestras de individuos distintos.

OOW	OpenOffice Writer forma parte de la suite ofimática OpenOffice y corresponde a un procesador de textos multiplataforma.
OSS	<i>Open Source Software</i> (cuyas siglas en inglés son OSS) es el software en el que su código fuente está disponible al público; es decir, quienes tengan dicho código pueden realizar modificaciones del mismo y distribuirlo de manera libre.
Réplica	Es una repetición del experimento original con una composición idéntica de factores. Cada réplica está sometida a las idénticas fuentes de variabilidad, de manera que no dependen unas de otras. En nuestro caso, hemos llamado Réplica a nuestro estudio experimental.
Satterthwaite	La aproximación de Satterthwaite es un método para evaluar la significancia estadística de los términos de efecto fijo. El método Satterthwaite tiene grados de libertad de un campo en todas las pruebas. Es útil para muestras reducidas, si los datos no están equilibrados o si el modelo emplea un tipo de covarianza complicado.

Anexos

A Acuerdo de Confidencialidad

Este anexo presenta el Acuerdo de Confidencialidad que se les entregó a todos los participantes antes de empezar el experimento. En él autorizaban a ser grabados para el presente experimento.

En la Figura A.1 se muestra tal informe de consentimiento.

<p>Acuerdo para el registro y uso confidencial de grabaciones académicas</p> <p>Yo _____, mayor de edad, por medio de este documento declaro y acepto que autorizo a Elena Isidro Vitores estudiante de la doble titulación de informática y matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid para grabar el experimento “Aplicación de las Técnicas de Usabilidad y encuesta SUS para medir la eficiencia y satisfacción del Procesador de Textos OpenOffice Writer” como parte del trabajo de fin de grado “Réplica del diseño experimental sobre la mejora de la usabilidad en el proyecto OSS OpenOffice Writer” y utilizar posteriormente los datos en sus actividades académicas de investigación. Entiendo que imágenes, audios y comportamientos míos y de mi hogar quedarán registrados de manera anónima y confidencial y nunca serán utilizados de manera diferente a la que aquí acepto.</p> <p>En consecuencia, por medio de este documento otorgo licencia a la Universidad Autónoma de Madrid, Escuela Politécnica Superior, para que realice la fijación y registro de actividades académicas en las que participo, y posteriormente las almacene para análisis y como soporte de referencia en publicaciones científicas.</p> <p>Manifiesto que he leído, comprendo, conozco y acepto los términos de este documento.</p> <p>Ciudad y Fecha: Nombres: Documento de Identidad: Firma:</p>
--

Figura A.1: Acuerdo de confidencialidad.

B Cuestionario Personas

El presente anexo muestra la encuesta Personas elaborada en el experimento Base y utilizada en el experimento Réplica realizado en este trabajo. Se trata de una encuesta de usabilidad destinada a conocer mejor el perfil de los participantes. Esta encuesta fue diseñada para el experimento Base [Llerena, 2019], y se muestra a continuación en las Figuras B.1, B.2, B.3, B.4 y B.5.

The image shows a digital form titled "Encuesta de Usabilidad 'Apache OpenOffice Writer'". The form is divided into sections. The first section is labeled "A. Identificación del entrevistado". It contains three questions:

- Question 0: "Nombre completo". Below it is a text input field with the placeholder "Tu respuesta".
- Question 1: "¿Qué edad tienes?". It is a multiple-choice question with six radio button options: "Menores de 20", "De 21 a 30", "De 31 a 40", "De 41 a 50", "De 51 a 60", and "Mayores de 60".
- Question 2: "¿Cuál es tu residencia?". Below it is a text input field with the placeholder "Tu respuesta".
- Question 3: "¿Qué nivel de estudios tienes?". It is a multiple-choice question with five radio button options: "Educación básica/primaria", "Educación media/secundaria", "Educación universitaria (grado/licenciado/ingeniero)", "Postgrado (máster/doctorado)", and "Otro:". The "Otro:" option is followed by a text input field.

Figura B.1: Identificación del entrevistado.

4. ¿Qué nivel de conocimientos tienes sobre informática?

☐ Bajo

☐ Medio

☐ Alto

5. ¿Cuánto tiempo hace que utilizas OpenOffice Writer?

☐ Menos de 1 año

☐ De 2 a 3 años

☐ Más de 4 años

6. ¿Cuántas horas a la semana utilizas OpenOffice Writer?

☐ Menos de 3 horas

☐ De 4 a 6 horas

☐ Más de 7 horas

7. El principal uso que le das a OpenOffice Writer es para:

☐ Estudio

☐ Investigación

☐ Trabajo

☐ Otro: _____

Figura B.1: Identificación del entrevistado (continuación).

B. Roles y Tareas

8. ¿Tú trabajas?

☐ Sí

☐ No

☐ Otro: _____

Figura B.2: Roles y Tareas.

9. Tipo de empresa

☐ Privada

☐ Pública

☐ Otro: _____

10. ¿Cuál es tu cargo/ocupación?

☐ Estudiante

☐ Jubilado

☐ Empleado

☐ Desempleado

☐ Otro: _____

11. Menciona las responsabilidades dentro de tu trabajo/labor

Tu respuesta _____

12. Describe las actividades típicas que realizas en el día relacionadas con OpenOffice Writer

Tu respuesta _____

13. Describe cuáles actividades pueden ser atípicas en tu día:

Tu respuesta _____

14. ¿En tu trabajo/labor realizas actividades con el ordenador?

☐ Sí

☐ No

☐ Otro: _____

15. ¿En tu trabajo/labor cuántas actividades diferentes realizas con el ordenador?
(por ejemplo, leer emails, navegar por internet, escribir documentos/cartas, etc.)

☐ Menos de 5

☐ De 6 a 10

☐ Más de 10

Figura B.2: Roles y Tareas (continuación).

C. Habilidades y conocimientos

16. ¿Te gusta trabajar con ordenadores?

Tu respuesta _____

17. ¿Cuánto tiempo hace que trabajas con ordenadores?

☐ Menos de 1 año

☐ De 2 a 3 años

☐ Más de 4 años

18. Principalmente, ¿qué aplicación sueles usar más?

☐ Procesadores de Textos

☐ Clientes de Correo Electrónico

☐ Aplicaciones de Desarrollo de Software

☐ Otro: _____

19. ¿Qué otro procesador de textos diferente a OpenOffice Writer has utilizado?

Tu respuesta _____

Figura B.3: Capacidades.

D. Dominio de la Aplicación

20. ¿Con qué frecuencia usas OpenOffice Writer?

☐ Varias veces al día

☐ Todos los días de la semana

☐ Entre 2 a 5 veces a la semana

☐ 1 vez por semana

☐ Ninguna

Figura B.4: Ámbito de la aplicación.

21. ¿Qué nivel de conocimientos tienes sobre OpenOffice Writer?

☐ Bajo

☐ Medio

☐ Alto

22. ¿Cómo consideras tu experiencia en el uso de OpenOffice Writer?

☐ Usuario Básico

☐ Usuario Intermedio

☐ Usuario Experto

23. ¿Qué haces usualmente con OpenOffice Writer?

Tu respuesta

24. ¿Qué tipo de información necesitas que OpenOffice Writer te suministre?

Tu respuesta

25. Según tu experiencia. ¿Cuáles son las principales dificultades al usar la aplicación OpenOffice Writer?

Tu respuesta

26. Según tu experiencia. ¿Qué es lo más difícil de utilizar en OpenOffice Writer?

Tu respuesta

27. ¿Qué funcionalidad te gustaría tuviese la aplicación OpenOffice Writer?

Tu respuesta

28. ¿Con que finalidad usas la aplicación OpenOffice Writer? (por ejemplo, escribir memorándum, cartas, faxes, agendas, actas, portadas, documentos, etc.)

Tu respuesta

Figura B.4: Ámbito de la aplicación (continuación I).

29. ¿Cuáles aspectos de la aplicación OpenOffice Writer son tus favoritos?

Tu respuesta _____

Figura B.4: Ámbito de la aplicación (continuación II).

E. Contexto /Ambiente

30. ¿Desde qué lugares sueles acceder a la herramienta OpenOffice Writer?
(Puedes marcar varias opciones)

☐ Casa

☐ Universidad

☐ Trabajo

☐ Otro: _____

31. ¿Desde qué dispositivos sueles acceder a la herramienta OpenOffice Writer?
(Puedes marcar varias opciones)

☐ Teléfono inteligente

☐ Computador portátil

☐ Computador de sobremesa

☐ Tableta

☐ Otro: _____

32. ¿Qué artefactos personales tienes? (Puedes marcar varias opciones)

☐ Teléfono inteligente

☐ Computador portátil

☐ Computador de sobremesa

☐ Tableta

☐ Otro: _____

33. Si estás dispuesto a ser contactado por investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid (España), para preguntas de seguimiento, por favor introduce tu dirección de correo electrónico

Tu respuesta _____

Enviar

Figura B.5: Contexto/Ambiente.

C Encuesta SUS

En este anexo se encuentran las encuestas SUS adaptadas, que rellenaron los participantes al acabar cada tarea. Ambas encuestas son iguales, pero la primera está enfocada a la tarea con la ausencia de la mejora y la segunda a la tarea con el *plugin* de mejora activo. Las encuestas son las presentadas a continuación en las Figuras C.1 y C.2.

Encuesta SUS a)

TAREA SIN MEJORA

0. Nombre completo

Tu respuesta _____

1. ¿Cuál es tu edad?

Tu respuesta _____

2. ¿Con qué frecuencia utilizas OpenOffice Writer?

1 2 3 4 5

Ninguna, nunca ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Varias veces al día todos los días de la semana

3. Pienso que me gusta utilizar OpenOffice Writer frecuentemente

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

4. Encuentro OpenOffice Writer innecesariamente complejo

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

5. Me parece que OpenOffice Writer es fácil de usar

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

Figura C.1: Encuesta SUS a) para tarea sin mejora.

8. Me parece que hay demasiada inconsistencia en OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

9. Me imagino que la mayoría de personas aprenderían a usar OpenOffice Writer muy rápidamente

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

6. Creo que voy a necesitar la ayuda de una persona con conocimientos técnicos para poder utilizar OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

7. Me parece que las diversas funciones de OpenOffice Writer están bien integradas

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

10. Me parece que OpenOffice Writer es muy complicado de usar

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

11. Me siento con mucha confianza al usar OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

Figura C.1: Encuesta SUS a) para tarea sin mejora (continuación I).

12. Hay que aprender muchas cosas antes de poder comenzar a usar OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

Enviar

Figura C.1: Encuesta SUS a) para tarea sin mejora (continuación II).

Encuesta SUS b)

TAREA CON MEJORA

0. Nombre completo

Tu respuesta _____

1. ¿Cuál es tu edad?

Tu respuesta _____

2. ¿Con qué frecuencia utilizas OpenOffice Writer?

1 2 3 4 5

Ninguna, nunca ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Varias veces al día todos los días de la semana

3. Pienso que me gusta utilizar OpenOffice Writer frecuentemente

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

4. Encuentro OpenOffice Writer innecesariamente complejo

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

Figura C.2: Encuesta SUS b) para tarea con mejora.

5. Me parece que OpenOffice Writer es fácil de usar

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

6. Creo que voy a necesitar la ayuda de una persona con conocimientos técnicos para poder utilizar OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

7. Me parece que las diversas funciones de OpenOffice Writer están bien integradas

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

8. Me parece que hay demasiada inconsistencia en OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

9. Me imagino que la mayoría de personas aprenderían a usar OpenOffice Writer muy rápidamente

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

10. Me parece que OpenOffice Writer es muy complicado de usar

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

Figura C.2: Encuesta SUS b) para tarea con mejora (continuación I).

11. Me siento con mucha confianza al usar OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

12. Hay que aprender muchas cosas antes de poder comenzar a usar OpenOffice Writer

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

Enviar

Figura C.2: Encuesta SUS b) para tarea con mejora (continuación II).

D Lista Tarea 1

En este anexo se detalla la guía o lista de los pasos para proceder al desarrollo de la Tarea 1. En primer lugar, se encuentra la guía de pasos para la realización de la Tarea 1 sin la utilización del *plugin* (Tabla D.1) y a continuación la lista de pasos para la realización de la misma tarea en OOW con el *plugin* instalado (Tabla D.2).

META: Escribir un documento en 2 columnas, que incluya letra capital y encabezado de página.	Problemas encontrados	Recomendaciones
1. Abrir la aplicación OpenOffice Writer		
2. Escribir el título del documento: “La forma de hacer una película utilizando el videojuego Grand Theft Auto”		
3. Aplicar dos formatos al título: Centrado y Negrita		
3.1. Recordar que el título debe estar seleccionado		
3.2. Decidir entre estas 2 opciones para aplicar formato al título: Centrar		
3.2.1. Seleccionar el botón Centrar en la barra de herramientas		
3.2.2. Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + T		
3.3. Decidir entre estas 2 opciones para aplicar formato al título: Negrita		
3.3.1. Seleccionar el botón Negrita en la barra de herramientas		
3.3.2. Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + N		
4. Digitar (escribir) el siguiente texto que contendrá el documento. Los elementos son bastante lógicos y que pueden ser asumidos e imaginados en movimiento por cualquiera que haya dedicado unos minutos a la saga de RockStar. Está en las manos de cualquiera que lo pretenda tener una historia, saber colocar cámaras y crear escenas acordes, que hagan que tenga un atractivo seguir un metraje de más de once minutos.		
5. Dividir el documento en 2 columnas periodísticas		
5.1. Decidir entre estas 2 opciones para seleccionar el texto escrito		
5.1.1. Seleccionar con el mouse		
5.1.2. Utilizar combinaciones de teclas		
5.2. Seleccionar el menú Formato		
5.3. Seleccionar la pestaña Columnas		
5.4. Marcar la opción 2 Columnas		
6. Aplicar letra capital en el párrafo de texto.		
6.1. Recordar que el párrafo debe estar seleccionado		
6.2. Seleccionar el menú Formato		
6.3. Seleccionar la opción Párrafo		
6.4. Seleccionar la pestaña Iniciales		
6.5. Marcar la opción Mostrar Iniciales		
7. Insertar un encabezado		
7.1. Seleccionar el menú Insertar		
7.2. Seleccionar la opción Encabezamiento .		
7.3. Seleccionar la opción Predeterminado		
7.4. Escribir como encabezado el nombre de una revista: PC WORLD		
7.5. Aplicar formato: Alineación derecha		
8. Guardar documento con el nombre “T1_OOW_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt” en la carpeta “Desktop”		
8.1. Decidir entre estas 2 opciones para guardar la tarea		
8.1.1. Seleccionar el botón Guardar en la barra de herramientas		
8.1.2. Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + G		
8.2. Ubicar la carpeta “Desktop”		
8.3. Asignar el nombre de “T1_OOW_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt”		

Tabla D.1: Guía de pasos Tarea 1 sin *plugin* de mejora.

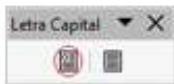
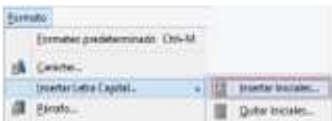
META: Escribir un documento en 2 columnas, que incluya letra capital y encabezado de página.	Problemas encontrados	Recomendaciones
1. Abrir la aplicación OpenOffice Writer		
2. Escribir el título del documento: "La forma de hacer una película utilizando el videojuego Grand Theft Auto"		
3. Aplicar dos formatos al título: Centrado y Negrita		
3.1 <i>Recordar que el título debe estar seleccionado</i>		
3.2 <i>Decidir entre estas 2 opciones para aplicar formato al título: Centrar</i>		
3.2.1 <i>Seleccionar el botón Centrar en la barra de herramientas</i>		
3.2.2 <i>Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + T</i>		
3.3 <i>Decidir entre estas 2 opciones para aplicar formato al título: Negrita</i>		
3.3.1 <i>Seleccionar el botón Negrita en la barra de herramientas</i>		
3.3.2 <i>Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + N</i>		
4. Digitar (escribir) el siguiente texto que contendrá el documento. Los elementos son bastante lógicos y que pueden ser asumidos e imaginados en movimiento por cualquiera que haya dedicado unos minutos a la saga de RockStar. Está en las manos de cualquiera que lo pretendatener una historia, saber colocar cámaras y crear escenas acordes, que hagan que tenga un atractivo seguir un metraje de más de once minutos.		
5. Dividir el documento en 2 columnas periodísticas		
5.1 <i>Decidir entre estas 2 opciones para seleccionar el texto escrito</i>		
5.1.1 <i>Seleccionar con el mouse</i>		
5.1.2 <i>Utilizar combinaciones de teclas</i>		
5.2 <i>Seleccionar el menú Formato</i>		
5.3 <i>Seleccionar la pestaña Columnas</i>		
5.4 <i>Marcar la opción 2 Columnas y hacer clic en "Aceptar"</i>		
6. Aplicar letra capital en el párrafo de texto. <i>Recuerda que el párrafo debe estar seleccionado</i>		
6.1 <i>Decidir entre estas 2 opciones para aplicar Letra Capital</i>		
6.1.1 <i>Hacer uso de la Barra de Herramientas del plugin</i>		
6.1.1.1 <i>Localizar la Barra de Herramientas Letra Capital</i>		
6.1.1.2 <i>Seleccionar el icono Insertar Letra Capital (icono rodeado con un círculo rojo)</i>		
		
6.1.2 <i>Hacer uso del menú contextual</i>		
6.1.2.1 <i>Capital Seleccionar el menú Formato</i>		
6.1.2.2 <i>Seleccionar la opción Insertar Letra Capital > Insertar Iniciales</i>		
		

Tabla D.2: Guía de pasos Tarea 1 con *plugin* de mejora.

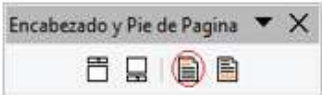
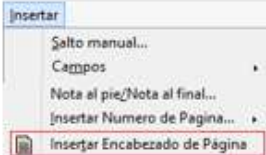
META: Escribir un documento en 2 columnas, que incluya letra capital y encabezado de página.	Problemas encontrados	Recomendaciones
7 Insertar un encabezado		
7.1 <u>Decidir</u> entre estas 2 opciones para insertar un encabezado		
7.1.1 Hacer uso de la Barra de Herramientas del plugin		
7.1.1.1 Localizar la Barra de Herramientas Encabezado y Pie de Página		
7.1.1.2 Seleccionar la opción Insertar Encabezado de Página (icono rodeado con un círculo rojo)		
		
7.1.2 Hacer uso del menú contextual		
7.1.2.1 Seleccionar el menú Insertar		
7.1.2.2 Seleccionar la opción Insertar Encabezado de Página		
		
7.2 Escribir como encabezado el nombre de una revista: PC WORLD		
7.3 Aplicar formato: Alineación derecha		
8 Guardar documento con el nombre "T1_OOW_M_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt" en la carpeta "Desktop"		
8.1 <u>Decidir</u> entre estas 2 opciones para guardar la tarea		
8.1.1 Seleccionar el botón Guardar en la barra de herramientas		
8.1.2 Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + G		
8.2 Ubicar la carpeta "Desktop"		
8.3 Asignar el nombre de "T1_OOW_M_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt"		

Tabla D.2: Guía de pasos Tarea 1 con *plugin* de mejora (continuación).

E Lista Tarea 2

En este anexo se presenta la guía o lista de los pasos a seguir para el desempeño de la Tarea 2: “Diseñar una tabla con fórmulas”. En este caso, se presentan tres guías: en primer lugar, se encuentra la guía de pasos inicial (enfocada a la Tarea 2 sin mejora), que fue modificada al principio del experimento debido a la confusión que producía en los participantes que menos experiencia tenían con la aplicación OOW (ver Tabla E.1).

En segundo lugar, la guía de pasos modificada (de nuevo enfocada a la Tarea 2 sin mejora). Estas modificaciones se encuentran en color naranja para poder distinguirlas más fácilmente. Sólo fue modificada la guía orientada a la realización de la Tarea 2 sin mejora, ya que la versión de la Tarea 2 con mejora se hizo a partir de ésta con una modificación para el uso del *plugin* (ver Tabla E.2).

Finalmente, en tercer y último lugar, la lista de pasos para la realización de la misma tarea en OOW con el *plugin* de mejora instalado (ver Tabla E.3).

META: Escribir Fórmulas matemáticas y químicas dentro de una tabla, e insertar número de página en una hoja horizontal	Problemas encontrados	Recomendaciones
1. Abrir la aplicación OpenOffice Writer		
2. Escribir el título del documento: “LAS FÓRMULAS”		
3. Insertar número de página en el pie de página		
3.1. Seleccionar el menú <i>Insertar</i> .		
3.2. Seleccionar la opción <i>Pie de Página</i> .		
3.3. Seleccionar la opción <i>Predeterminado</i>		
3.4. Insertar el número de página		
3.4.1. Seleccionar el menú <i>Insertar</i>		
3.4.2. Seleccionar la opción <i>Campos</i> .		
3.4.3. Seleccionar la opción <i>Número de Página</i>		
4. Cambiar la orientación de la página a horizontal y los márgenes de página a: 2,5 cm izquierdo; 2 cm derecho; 3 cm superior e inferior.		
4.1. Seleccionar el menú <i>Formato</i>		
4.2. Seleccionar la opción <i>Página</i> .		
4.3. Seleccionar la pestaña <i>Página</i>		
4.4. Localizar la opción <i>Orientación</i>		
4.5. Marcar el botón de opción <i>Apaisada</i> .		
4.6. Localizar la opción <i>Márgenes</i>		
4.7. Modificar los márgenes con las medidas indicadas: 2,5 cm izquierdo 2 cm derecho 3 cm superior e inferior.		
4.8. Aceptar cambios		
5. Insertar una tabla de 2 columnas y 2 filas.		
5.1. Seleccionar el menú <i>Tabla</i>		
5.2. Seleccionar la opción <i>Insertar</i> .		
5.3. Fijar el siguiente tamaño: Columnas: 2 Filas: 2		
6. Diseñar la ecuación cuadrática en la primera columna		
6.1. Seleccionar el menú <i>Insertar</i>		
6.2. Seleccionar la opción <i>Objeto</i> .		
6.3. Seleccionar la opción <i>Fórmula</i> .		
6.3.1. Escribir en el panel inferior “x =”.		
6.3.2. En la ventana “Elementos”, hacer clic en el botón “a/b” y escribir “-b”.		
6.3.3. En la ventana pequeña “Elementos”, hacer clic en el botón “+/-a”.		
6.3.4. En “Elementos”, hacer clic en el botón “f(x)”.		
6.3.5. En la misma ventana, hacer clic en “Raíz cuadrada”.		
6.3.6. En la misma ventana, hacer clic en “Potencia” y escribir como base “b” y como exponente “2”.		
6.3.7. Escribir “-4ac”. Tener precaución de no insertarlo en el exponente.		
6.3.8. Escribir en el denominador “2a”.		

Tabla E.1: Guía de pasos inicial Tarea 2 sin *plugin* de mejora.

META: Escribir Fórmulas matemáticas y químicas dentro de una tabla, e insertar número de página en una hoja horizontal	Problemas encontrados	Recomendaciones				
7. Diseñar la formula molecular en la segunda columna						
7.1. <i>Escribir H2O, en la celda inferior derecha</i>						
7.2. <i>Seleccionar el número 2</i>						
7.3. <i>Aplicar Subíndice</i>						
7.3.1. <i>Seleccionar el menú Formato</i>						
7.3.2. <i>Seleccionar la opción Carácter</i>						
7.3.3. <i>Seleccionar la pestaña Posición</i>						
7.3.4. <i>Marcar la opción Subíndice</i>						
7.3.5. <i>Aceptar los cambios.</i> <i>El resultado debe quedar así:</i>						
<table><tr><td>Solución de la ecuación Cuadrática</td><td>Fórmula Molecular de Agua</td></tr><tr><td>$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$</td><td>H₂O</td></tr></table>	Solución de la ecuación Cuadrática	Fórmula Molecular de Agua	$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	H ₂ O		
Solución de la ecuación Cuadrática	Fórmula Molecular de Agua					
$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	H ₂ O					
8. Guardar el documento con el nombre “T2_OOW_(su nombre).odt” en el Escritorio						
8.1. <i>Decidir entre estas 2 opciones para guardar la tarea</i>						
8.1.1. <i>Seleccionar el botón Guardar en la barra de herramientas</i>						
8.1.2. <i>Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + G</i>						
8.2. <i>Ubicar la carpeta “Escritorio”</i>						
8.3. <i>Asignar el nombre de “T2_OOW_(su nombre).odt”</i>						

Tabla E.1: Guía de pasos inicial Tarea 2 sin *plugin* de mejora (continuación).

META: Escribir Fórmulas matemáticas y químicas dentro de una tabla, e insertar número de página en una hoja horizontal	Problemas encontrados	Recomendaciones				
1. Abrir la aplicación OpenOffice Writer						
2. Escribir el título del documento: “LAS FÓRMULAS”						
3. Insertar número de página						
3.1. Seleccionar el menú <i>Insertar</i>						
3.2. Seleccionar la opción <i>Pie de Página</i> .						
3.3. Seleccionar la opción <i>Predeterminado</i>						
3.4. Insertar el número de <i>página</i>						
3.4.1. Seleccionar el menú <i>Insertar</i>						
3.4.2. Seleccionar la opción <i>Campos</i> .						
3.4.3. Seleccionar la opción <i>Número de Página</i>						
4. Cambiar la orientación de la página a horizontal y los márgenes de página a: 2,5 cm izquierdo; 2 cm derecho; 3 cm superior e inferior.						
4.1. Seleccionar el menú <i>Formato</i>						
4.2. Seleccionar la opción <i>Página</i> .						
4.3. Seleccionar la pestaña <i>Página</i>						
4.4. Localizar la opción <i>Orientación</i>						
4.5. Marcar el botón de opción <i>Apaisada</i>						
4.6. Localizar la opción <i>Márgenes</i>						
4.7. Modificar los márgenes con las medidas indicadas: 2,5 cm izquierdo 2 cm derecho 3 cm superior e inferior.						
4.8. Aceptar cambios						
5. Insertar una tabla de 2 columnas y 2 filas.						
5.1. Seleccionar el menú <i>Tabla</i>						
5.2. Seleccionar la opción <i>Insertar</i> .						
5.3. Seleccionar la opción <i>Tabla</i>						
5.4. Marcar en <i>Tamaño de Tabla</i> : Columnas: 2 Filas: 2 El resultado debe quedar así:						
<table><tr><td>Solución de la ecuación cuadrática</td><td>Fórmula Molecular de Agua</td></tr><tr><td>$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$</td><td>H₂O</td></tr></table>	Solución de la ecuación cuadrática	Fórmula Molecular de Agua	$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	H ₂ O		
Solución de la ecuación cuadrática	Fórmula Molecular de Agua					
$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	H ₂ O					

Tabla E.2: Guía de pasos modificada Tarea 2 sin *plugin* de mejora.

META: Escribir Fórmulas matemáticas y químicas dentro de una tabla, e insertar número de página en una hoja horizontal	Problemas encontrados	Recomendaciones
6. Diseñar la ecuación cuadrática en la primera columna		
6.1. Seleccionar el menú <i>Insertar</i>		
6.2. Seleccionar la opción <i>Objeto</i> .		
6.3. Seleccionar la opción <i>Fórmula</i>		
6.3.1. Escribir en el panel inferior "x=".		
6.3.2. En la ventana pequeña "Elementos", hacer clic en el botón " $\frac{a}{b}$ "; escribir "-b" (escribir "-b" sustituyendo a "<?>").		
6.3.3. En la ventana pequeña "Elementos", hacer clic en el botón "+/-a".		
6.3.4. En "Elementos", hacer clic en el botón " $f(x)$ ".		
6.3.5. En la misma ventana, hacer clic en "Raíz cuadrada".		
6.3.6. En la misma ventana, hacer clic en "Potencia" y escribir como base "b" (sustituyendo a "<?>") y como exponente "2" (a continuación de "^" y sustituyendo a "<?>").		
6.3.7. Escribir "-4ac". Tener precaución de no insertarlo en el exponente e insertarlo dentro de la raíz.		
6.3.8. Escribir en el denominador "2a" (sustituyendo a "<?>")		
6.3.9 Hacer clic fuera de la fórmula (fuera de la ventana de elementos) para dar la fórmula por terminada.		
7. Diseñar la fórmula molecular en la segunda columna		
7.1. Escribir H2O		
7.2. Seleccionar el número 2		
7.3. Aplicar Subíndice		
7.3.1. Seleccionar el menú <i>Formato</i>		
7.3.2. Seleccionar la opción <i>Carácter</i>		
7.3.3. Seleccionar la pestaña <i>Posición</i>		
7.3.4. Marcar la opción <i>Subíndice</i>		
8. Guardar documento con el nombre		
"T2_OOW_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt" en la carpeta "Desktop"		
8.1. Decidir entre estas 2 opciones para guardar la tarea		
8.1.1. Seleccionar el botón Guardar en la barra de herramientas		
8.1.2. Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + G		
8.2. Ubicar la carpeta "Desktop"		
8.3. Asignar el nombre de "T2_OOW_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt"		

Tabla E.2: Guía de pasos modificada Tarea 2 sin *plugin* de mejora (continuación).

META: Escribir Fórmulas matemáticas y químicas dentro de una tabla, e insertar número de página en una hoja horizontal	Problemas encontrados	Recomendaciones
1. Abrir la aplicación OpenOffice Writer		
2. Escribir el título del documento: "LAS FÓRMULAS"		

Tabla E.3: Guía de pasos Tarea 2 con *plugin* de mejora.

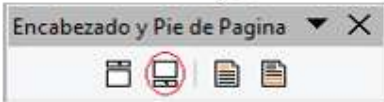
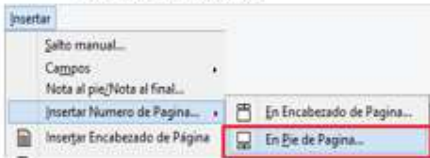
META: Escribir Fórmulas matemáticas y químicas dentro de una tabla, e insertar número de página en una hoja horizontal		Problemas encontrados	Recomendaciones				
3. Insertar número de página							
3.1. <i>Decidir</i> entre estas 2 opciones para insertar Número de Página en Pie de Página							
3.1.1. <i>Hacer uso de la Barra de Herramientas del plugin</i>							
3.1.1.1. <i>Seleccionar la Barra de Herramientas Encabezado y Pie de Página</i>							
3.1.1.2. <i>Seleccionar el icono Número de Página (icono rodeado con un círculo rojo)</i>							
							
3.1.2. <i>Hacer uso del menú contextual</i>							
3.1.2.1 <i>Seleccionar el menú Insertar</i>							
3.1.2.2. <i>Seleccionar la opción Insertar Número de Página > En Pie de Página</i>							
							
4. Cambiar la orientación de la página a horizontal y los márgenes de página a: 2,5 cm izquierdo; 2 cm derecho; 3 cm superior e inferior.							
4.1. <i>Seleccionar el menú Formato</i>							
4.2. <i>Seleccionar la opción Página</i>							
4.3. <i>Seleccionar la pestaña Página</i>							
4.4. <i>Localizar la opción Orientación</i>							
4.5. <i>Marcar el botón de opción Apaisada</i>							
4.6. <i>Localizar la opción Márgenes</i>							
4.7. <i>Modificar los márgenes con las medidas indicadas:</i> <i>2,5 cm izquierdo</i> <i>2 cm derecho</i> <i>3 cm superior e inferior.</i>							
4.8. <i>Aceptar cambios</i>							
5. Insertar una tabla de 2 columnas y 2 filas.							
5.1. <i>Seleccionar el menú Tabla</i>							
5.2. <i>Seleccionar la opción Insertar.</i>							
5.3. <i>Seleccionar la opción Tabla</i>							
5.4. <i>Marcar en Tamaño de Tabla: Columnas: 2 Filas: 2</i> <i>El resultado debe quedar así:</i>							
<table><tr><td>Solución de la ecuación cuadrática</td><td>Fórmula Molecular de Agua</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>		Solución de la ecuación cuadrática	Fórmula Molecular de Agua				
Solución de la ecuación cuadrática	Fórmula Molecular de Agua						

Tabla E.3: Guía de pasos Tarea 2 con *plugin* de mejora (continuación I).

META: Escribir Fórmulas matemáticas y químicas dentro de una tabla, e insertar número de página en una hoja horizontal		Problemas encontrados	Recomendaciones				
6. Diseñar la ecuación cuadrática en la primera columna							
<table><tr><td>Solución de la ecuación Cuadrática</td></tr><tr><td>$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$</td></tr></table>		Solución de la ecuación Cuadrática	$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$				
Solución de la ecuación Cuadrática							
$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$							
6.1. Seleccionar el menú Insertar							
6.2. Seleccionar la opción Objeto .							
6.3. Seleccionar la opción Fórmula							
6.3.1. Escribir en el panel inferior "x =".							
6.3.2. En la ventana pequeña "Elementos", hacer clic en el botón "a", y escribir "-b" (escribir "-b" sustituyendo a "<?>").							
6.3.3. En la ventana pequeña "Elementos", hacer clic en el botón "+/-a".							
6.3.4. En "Elementos", hacer clic en el botón "f(x)".							
6.3.5. En la misma ventana, hacer clic en "Raíz cuadrada".							
6.3.6. En la misma ventana, hacer clic en "Potencia" y escribir como base "b" (sustituyendo a "<?>") y como exponente "2" (a continuación de "^" y sustituyendo a "<?>").							
6.3.7. Escribir "-4ac". Tener precaución de no insertarlo en el exponente e insertarlo dentro de la raíz.							
6.3.8. Escribir en el denominador "2a". (sustituyendo a "<?>").							
6.3.9. Hacer clic fuera de la fórmula (fuera de la ventana de elementos) para dar la fórmula por terminada.							
7. Diseñar la formula molecular en la segunda columna							
<table><tr><td>Fórmula Molecular de Agua</td></tr><tr><td>H₂O</td></tr></table>		Fórmula Molecular de Agua	H ₂ O				
Fórmula Molecular de Agua							
H ₂ O							
7.1. Escribir H ₂ O							
7.2. Seleccionar el número 2							
7.3. Aplicar Subíndice							
7.3.1. Seleccionar el menú Formato							
7.3.2. Seleccionar la opción Carácter							
7.3.3. Seleccionar la pestaña Posición							
7.3.4. Marcar la opción Subíndice y Aceptar							
7.4. El resultado final debe quedar así							
<table><tr><td>Solución de la ecuación Cuadrática</td><td>Fórmula Molecular de Agua</td></tr><tr><td>$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$</td><td>H₂O</td></tr></table>		Solución de la ecuación Cuadrática	Fórmula Molecular de Agua	$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	H ₂ O		
Solución de la ecuación Cuadrática	Fórmula Molecular de Agua						
$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	H ₂ O						
8. Guardar documento con el nombre "T2_OOW_M_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt" en la carpeta "Desktop"							
8.1. <u>Decidir</u> entre estas 2 opciones para guardar la tarea							
8.1.1. Seleccionar el botón Guardar en la barra de herramientas							
8.1.2. Utilizar combinaciones de teclas: CTRL + G							
8.2. Ubicar la carpeta "Desktop"							
8.3. Asignar el nombre de "T2_OOW_M_Nombre_Apellido1_Apellido2.odt"							

Tabla E.3: Guía de pasos Tarea 2 con *plugin* de mejora (continuación II).

F Plugins de Mejora

Este apéndice expone tanto el diseño y descripción de los *plugins* de mejora de usabilidad [Llerena, 2019] como su instalación en OOW.

F.1 Descripción

Para este estudio experimental se han realizado dos mejoras que fueron desarrolladas en BASIC, cada una de las cuales incorporó distintas funcionalidades en la aplicación de OOW y se incorporaron en la interfaz a modo de 2 barras de herramientas de opciones adicionales y de submenús que pertenecen a los menús principales de Insertar y Formato.

Estas implementaciones permitieron realizar a los participantes algunas tareas directamente sin pasos intermedios de ir buscando paso por paso en los menús principales de Formato e Insertar. En concreto, los participantes podían utilizar los *plugins* de mejora para las subtareas:

- Dar formato de letra capital al inicio de un párrafo
- Insertar encabezado de página
- Insertar el número de página en el pie de página

La primera funcionalidad fue incluida en el *plugin* de mejora de “Letra Capital”, y las dos últimas en el *plugin* de “Encabezado/Pie de Página”.

La barra de herramientas del *plugin* de mejora de “Letra Capital” consistía en 2 botones que permitían realizar en un solo paso las funciones propias de esta barra de herramientas; mientras que, la barra de herramientas del *plugin* de mejora “Encabezado/Pie de Página” estaba formada por 4 botones que permitían realizar (también en un solo paso) las funcionalidades pertenecientes a esta última barra de herramientas. La Figura F.1 muestra estas funcionalidades y a qué *plugin* de barra de herramientas pertenecen.

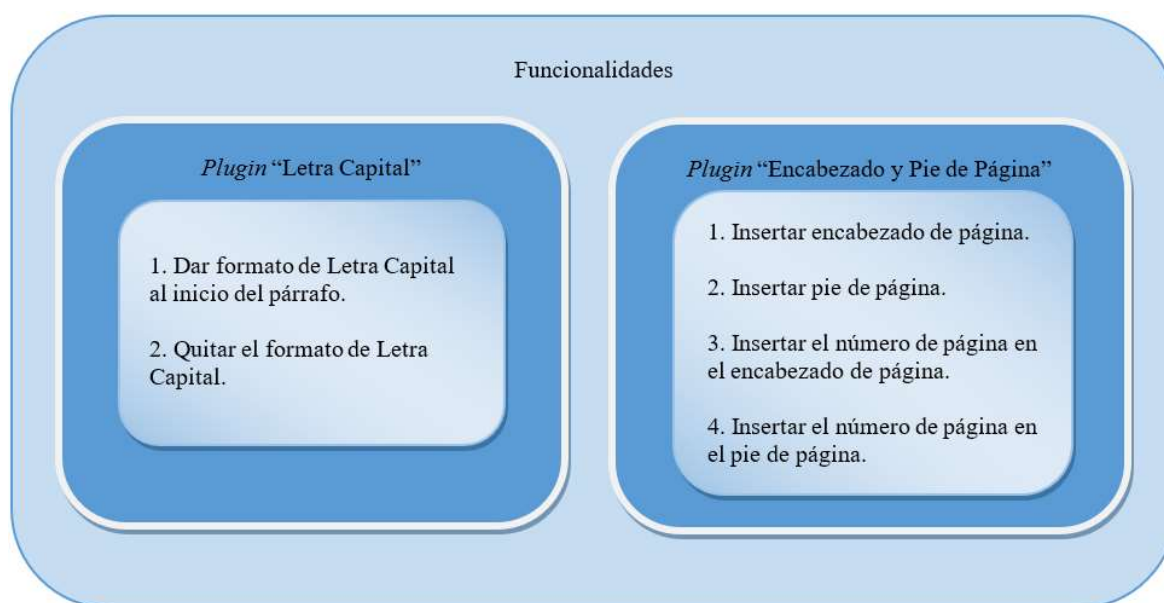


Figura F.1: Funcionalidades de los *plugins* de mejora.

Además, para el primer *plugin* de mejora se incluyeron las dos funcionalidades en el menú principal de Formato, y para el segundo las cuatro en el menú principal de Insertar.

A continuación, en las Figuras F.2, F.3, F.4 y F.5 se muestran las barras de herramientas y los submenús añadidos de ambos *plugins* de mejora:

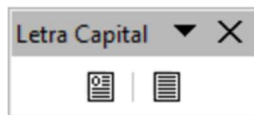


Figura F.2: Barra de Herramientas Letra Capital.



Figura F.3: Barra de Herramientas Encabezado/Pie de Página.

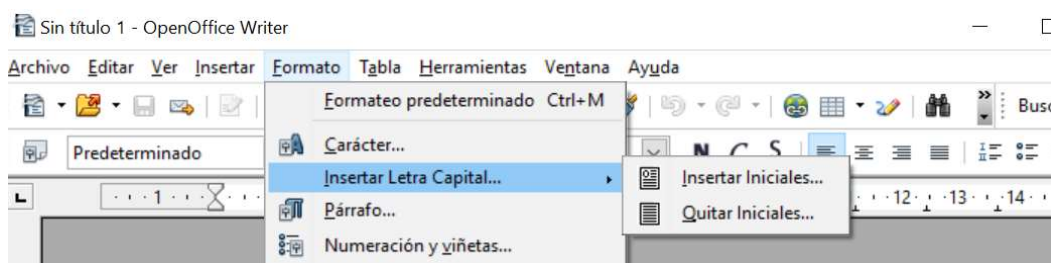


Figura F.4: Submenú de Insertar Letra Capital.

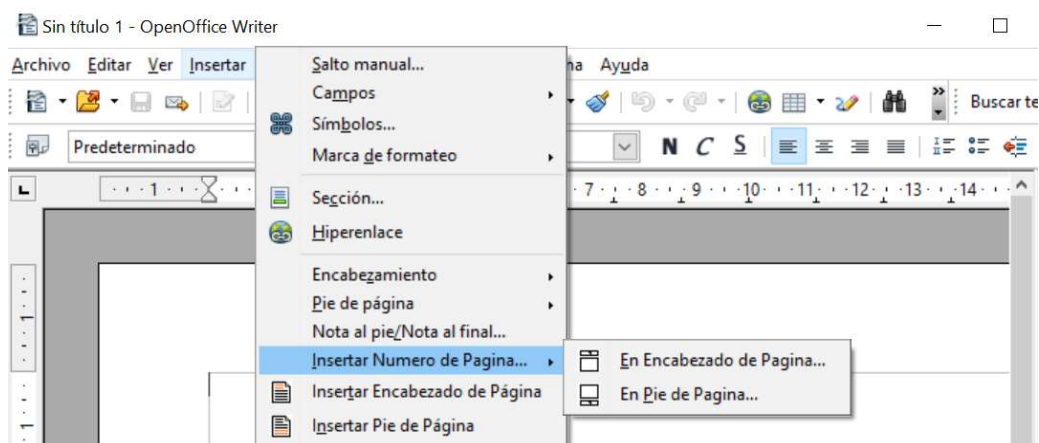


Figura F.5: Submenú de Insertar Encabezado/Pie de Página.

F.2 Instalación

A continuación, enumeramos la manera de proceder a la hora de instalar dichos *plugins*:

1. Hacemos clic en el menú principal de Herramientas y a continuación en Administrador de extensiones (ver Figura F.6).

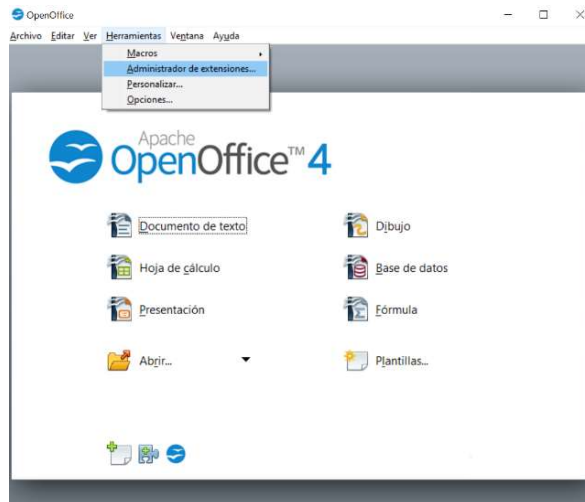


Figura F.6: Instalación P.1.

2. Ahora, debemos seleccionar las dos extensiones que queremos incluir (es decir, los dos *plugins* de mejora), así que seleccionamos “DropCaps” (que es el *plugin* que corresponde a la Letra Capital) y Encabezado/Pie de Página, y activamos ambas extensiones (ver Figura F.7).

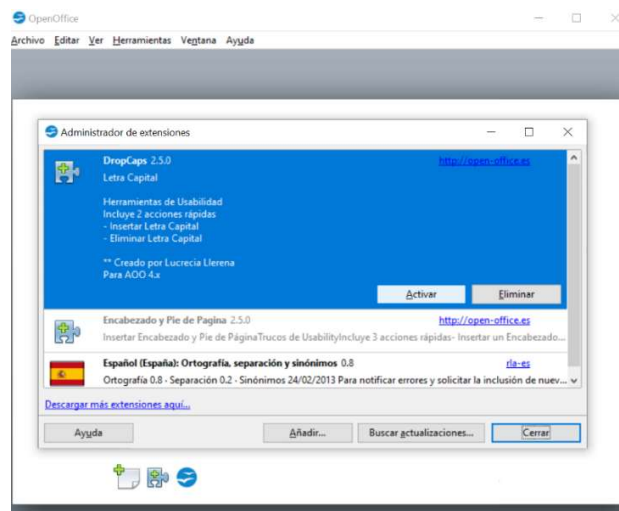


Figura F.7: Instalación P.2.

3. Le damos a Cerrar y volvemos a abrir la aplicación de OOW.
4. Seleccionamos la opción Documento de texto (ver Figura F.8).

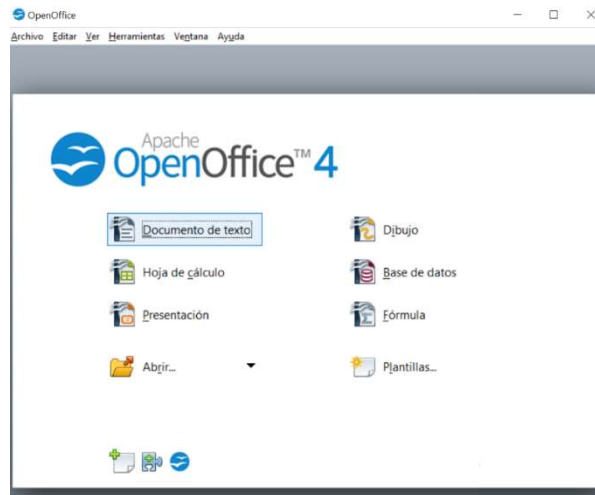


Figura F.8: Instalación P.4.

5. Podemos ver cómo nos aparecen directamente las dos nuevas barras de herramientas (ver Figura F.9).

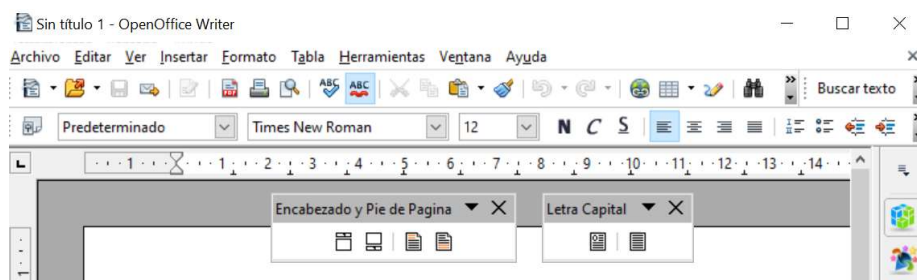


Figura F.9: Instalación P.5.

G Datos Recopilados de los Sujetos Experimentales

La Tabla G.1 muestra los datos recopilados en el presente experimento al realizarse las tareas en la aplicación OOW. Las celdas con fondo rojo representan que no se han efectuado correctamente las tareas, es decir, el resultado final no es el esperado.

Luego, la Tabla G.2 muestra observaciones que efectúa la investigadora de todos los participantes mientras desempeñan las Tareas 1 y 2.

N.º de Sujeto	Tarea Sin Mejora	Núm. Clics	Segundos	SUS Score	Tarea Con Mejora	Núm. Clics	Segundos	SUS Score
1	T1	71	444,64	57,5	T2	45	280,69	57,5
2	T1	69	468,11	77,5	T2	82	400,71	80
3	T1	37	327,54	52,5	T2	44	315,51	57,5
4	T1	41	384,01	65	T2	81	489,1	35
5	T1	50	384,01	65	T2	63	518,7	57,5
6	T1	61	267,03	75	T2	79	345,08	80
7	T1	34	378,03	52,5	T2	77	566,65	42,5
8	T1	40	480,51	75	T2	77	628,52	65
9	T1	38	403,01	62,5	T2	65	609,52	60
10	T1	31	471,15	57,5	T2	67	529,17	57,5
11	T1	50	376,59	92,5	T2	92	579,55	85
12	T1	34	428,04	60	T2	54	596,01	60
13	T1	51	380,53	80	T2	65	424,04	87,5
14	T1	62	376,59	75	T2	66	380,53	75
15	T1	32	254,03	62,5	T2	45	244	65
16	T2	53	457,53	42,5	T1	31	354,57	62,5
17	T2	63	536,52	32,5	T1	56	476,73	37,5
18	T2	63	505,78	52,5	T1	45	328,73	42,5
19	T2	56	583,52	82,5	T1	28	438,54	80

Tabla G.1: Datos recopilados de los sujetos experimentales OOW.

N.º de Sujeto	Tarea Sin Mejora	Núm. Clics	Segundos	SUS Score	Tarea Con Mejora	Núm. Clics	Segundos	SUS Score
20	T2	67	419,54	22,5	T1	33	308,04	27,5
21	T2	44	566,01	87,5	T1	22	468,54	85
22	T2	65	542,51	60	T1	36	454,34	72,5
23	T2	62	453,53	62,5	T1	33	417,54	70
24	T2	94	621,04	47,5	T1	59	534,01	60
25	T2	54	475,03	75	T1	31	391,56	75
26	T2	55	566,14	17,5	T1	33	408,02	25
27	T2	42	474,53	65	T1	24	364,73	67,5
28	T2	50	513,74	75	T1	27	367,53	75
29	T2	64	394,51	65	T1	29	318,02	55
30	T2	68	643,55	72,5	T1	30	459,73	75

Tabla G.1: Datos recopilados de los sujetos experimentales OOW (continuación).

Nº de Sujeto	Comentario Tarea 1	Comentario Tarea 2
1	En el paso 2 (Escribir título de documento) primero intenta “guardar como” y luego se da cuenta de que el primer paso es únicamente escribir el texto como título, es decir, al inicio del documento, y pone como observación que no se especifica bien.	Escribe el título sin negrita. Utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número en el pie de página. No pone negrita en los títulos de las columnas de la tabla. Realiza correctamente ambas fórmulas.
2	Escribe unas observaciones: Paso1: Ningún problema encontrado, ninguna recomendación. Paso2: ningún problema encontrado, ninguna recomendación, ninguna recomendación. Paso3: ningún problema. Paso4: Copia el texto sin escribirlo y anota que si el texto se copia se cambia la tipografía de la letra.	Escribe el título del documento sin negrita. No le aparece la barra de herramientas de los <i>plugins</i> , así que la digo cómo insertarla. Ahora utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número de pie de página. Realiza las fórmulas sin problema.

Tabla G.2: Comentarios individuales realizados por la investigadora de los participantes a la hora de realizar las tareas.

N.º de Sujeto	Comentario Tarea 1	Comentario Tarea 2
3	En el paso 2 primero intenta insertar un título, y luego se da cuenta de que hay que escribir un "título" en el documento. Me preguntó si había que escribirlo, le dije que sí.	Escribe el título sin negrita. Utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número de pie de página. Escribe los títulos de las columnas de la tabla sin negrita. A la hora de hacer la primera fórmula escribe "a:b" en lugar de "a/b", así que llega a una fórmula equivalente. La segunda fórmula la hace sin problemas.
4	Comenta que no especifica que se cree un nuevo documento. Busca si hay alguna opción de insertar título y no la ve, por lo que procede a escribir el título.	Escribe el título sin negrita. Utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número de página, pero se equivoca y lo inserta en el encabezado. Borra el número sin borrar el encabezado e inserta el número de página sin utilizar el <i>plugin</i> . Escribe los títulos de las columnas de la tabla sin negrita. En la primera fórmula escribe "a:b" en lugar de a/b; por lo demás la fórmula es igual. La segunda fórmula la realiza sin problemas.
5	Ha copiado el texto sin escribirlo y se le ha cambiado el formato, así que lo volvió a cambiar al formato que al participante le pareció.	Escribe el título en minúsculas y sin negrita. No le aparece la barra de tareas del <i>plugin</i> , así que no lo utiliza. No se fijó bien y realizó la tabla en los márgenes. Escribe los títulos de las columnas de la tabla con mayúsculas y sin negrita. Empieza escribiendo la primera fórmula con mayúsculas y finalmente lo cambia a minúsculas. Se lió un poco en dónde poner "-4ac" pero al darse cuenta de que era la fórmula matemática, lo corrigió rápidamente. También escribe "a:b" en lugar de a/b; por lo demás, la fórmula es igual. La segunda fórmula la realiza sin problemas.
6	Ha copiado el texto sin escribirlo.	Escribe el título en negrita y centrado. Selecciona la opción insertar, pero se da cuenta de que tiene el <i>plugin</i> para insertar el pie de página y utiliza el <i>plugin</i> . A la hora de hacer la fórmula se equivoca y pone "-+" en vez de "+- ", así que vuelve a empezar la fórmula. Ahora realiza la fórmula correctamente. La segunda fórmula la realiza sin problemas.

Tabla G.2: Comentarios individuales realizados por la investigadora de los participantes a la hora de realizar las tareas. (continuación I).

N.º de Sujeto	Comentario Tarea 1	Comentario Tarea 2
7	En el paso de poner la letra capital, ha seleccionado tanto el título como el texto, por lo que se ha puesto la letra capital en ambas partes.	Escribe el título del documento sin negrita. No utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número de página. A la hora de insertar la tabla no selecciona ningún lugar y se le inserta en el número de página. La borra y la inserta correctamente debajo del título. No pone en negrita ningún título de las columnas de la tabla. A la hora de realizar la primera fórmula, no llega a un resultado satisfactorio. La segunda fórmula la realiza correctamente.
8	Ningún comentario que realizar. Todo correcto.	Escribe el título, pero luego lo borra. Finalmente lo vuelve a escribir sin negrita. No usa el <i>plugin</i> para insertar el número en el pie de página. En la fórmula escribe "a:b" en lugar de a/b. Luego se equivoca y en lugar de potencia pone una función exponencial. Se líaa con el exponente y la base de la potencia. Finalmente corrige todo. La segunda fórmula la realiza sin problemas.
9	Al seleccionar las dos columnas no ha seleccionado el texto, por lo que se ha puesto tanto el título inicial como el texto en una columna y la segunda columna queda vacía. Cuando iba a guardar el documento y le estaba dando un nombre, ha empezado a poner "nombre" en lugar de su nombre, por lo que se lo he advertido y lo ha cambiado a su nombre.	Escribe el título sin negrita. Utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número de página. No pone negrita en los títulos de las columnas de la tabla. En la primera fórmula se líaa al escribir la base y el exponente, pero finalmente realiza la fórmula correctamente. La segunda fórmula la hace sin problemas.
10	En el paso 2 de poner un título al documento ha seleccionado un formato determinado para el título: "Encabezado1".	Al escribir el título selecciona un formato "Cuerpo de texto". Utiliza el <i>plugin</i> para escribir el número de pie de página. Escribe los títulos de las columnas de la tabla sin negrita. Realiza ambas fórmulas correctamente.
11	Ningún comentario que realizar. Todo correcto.	Escribe el título sin negrita. Utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número de página. No pone negrita en los títulos de las columnas de la tabla. En la primera fórmula se líaa al escribir "-4ac" pero finalmente lo escribe correctamente. La segunda fórmula la hace sin problemas.

Tabla G.2: Comentarios individuales realizados por la investigadora de los participantes a la hora de realizar las tareas. (continuación II).

N.º de Sujeto	Comentario Tarea 1	Comentario Tarea 2
12	Al escribir el título del texto primero intenta poner un formato de letra "Capital", pero le cometo que siga leyendo las instrucciones, ya que no existe ningún formato que se llame "Capital".	Escribe el título en negrita y centrado. Utiliza el <i>plugin</i> para insertar el número de página, pero se equivoca y lo inserta en el encabezado. Vuelve a usar el <i>plugin</i> (correctamente) e inserta el número de página en el pie de página. A la hora de realizar la primera fórmula, no borra los \diamond , así que se lo comento y los borra. Se lia al poner "-4ac". Finalmente logra hacer la fórmula correctamente. La segunda fórmula la hace sin problemas.
13	Comentó que, en la segunda tarea, al escribir el título no estaba claro si se refería a que el documento se guardara con ese nombre o simplemente escribir un nombre principal al inicio del documento. Copió el título con "".	Escribe el título del documento centrado y en negrita. Para insertar pie de página elige la opción de utilizar el <i>plugin</i> . Escribe los títulos de las columnas de la tabla sin negrita. Realiza correctamente ambas fórmulas.
14	Ningún comentario por realizar. Todo correcto.	Escribe el título del documento in negrita. Inserta el número de página correctamente con el <i>plugin</i> . Realiza ambas fórmulas correctamente.
15	Ningún comentario por realizar. Todo correcto.	Usa el <i>plugin</i> para insertar el número de pie de página.
16	Utiliza ambos <i>plugins</i> , todo ok.	Escribe el título del documento sin negrita y centrado. Escribe los títulos de las columnas de la tabla sin negrita. Realiza correctamente ambas fórmulas.
17	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó l letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Al intentar escribir el título, primero intenta guardar el documento con un título determinado, pero le comento que en el paso en el que se encuentra no tiene que guardar nada, así que a continuación escribe el título correctamente en el documento. Escribe correctamente ambas fórmulas.
18	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó l letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título del documento sin mayúsculas ni negrita. Realiza correctamente ambas fórmulas.

Tabla G.2: Comentarios individuales realizados por la investigadora de los participantes a la hora de realizar las tareas. (continuación III).

N.º de Sujeto	Comentario Tarea 1	Comentario Tarea 2
19	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título del documento sin negrita. También escribe sin negrita los títulos de las columnas de la tabla. Realiza correctamente ambas fórmulas.
20	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título sin negrita. También escribe sin negrita los títulos de las columnas de la tabla. A continuación, el participante intenta hacer la segunda fórmula, pero no sabe cómo poner el subíndice, así que sigue leyendo las instrucciones. Realiza ambas fórmulas correctamente.
21	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título del documento sin negrita y centrado. Escribe los títulos de las columnas de la tabla sin negrita. A la hora de realizar la primera fórmula al principio no borra \diamond , se lo comento y lo corrige. Finalmente realiza la fórmula correctamente. La segunda fórmula la realiza sin problemas.
22	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título sin negrita. También escribe sin negrita los títulos de las columnas de la tabla. A la hora de hacer la fórmula, primero escribe "a:b" en lugar de a/b, pero le aviso y lo cambia para que el resultado final de la fórmula sea igual. Finalmente, ambas fórmulas ok.
23	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	No pone en negrita el título de ambas columnas de la tabla. A la hora de hacer la primera fórmula al principio no quita los \diamond y se lí a la hora de escribir la base y el exponente. La segunda fórmula la hace perfecta.

Tabla G.2: Comentarios individuales realizados por la investigadora de los participantes a la hora de realizar las tareas. (continuación IV).

N.º de Sujeto	Comentario Tarea 1	Comentario Tarea 2
24	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó l letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título del documento sin negrita. También escribe los títulos de las columnas de la tabla sin negrita. En l primera fórmula se lía con él "-4ac"y no lo mete en la raíz. Luego sí y termina la fórmula correctamente. La segunda fórmula la hace correctamente.
25	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó l letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título del documento sin mayúscula y sin negrita. También escribe sin negrita el título de las columnas de la tabla. A la hora de hacer la primera fórmula tiene algún problema para insertar "-4ac" dentro de la raíz, pero finalmente pone la fórmula correctamente. La segunda fórmula la realiza sin problemas.
26	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó l letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título del documento sin mayúsculas. No pone en negrita los títulos de la tabla. A la hora de hacer la fórmula, al principio pone la x con comillas, luego le advierto de que las tiene que quitar. A continuación, al darle a la potencia, sustituye únicamente la "?" por el número, así que le comento que tiene que borrar <> tal y como pone en las instrucciones. También le cuesta escribir bien el índice y la base del exponente. A la hora de realizar la segunda fórmula no sigue las instrucciones, por lo que no encuentra el subíndice. A continuación, sigue leyendo y se da cuenta de que está todo en las instrucciones.
27	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó l letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título del documento sin negrita. También escribe el título de las columnas de la tabla sin negrita. A la hora de hacer la primera fórmula tiene algunos problemas para insertar la base y el exponente, pero finalmente termina la fórmula exitosamente. La segunda fórmula la realiza sin problemas.

Tabla G.2: Comentarios individuales realizados por la investigadora de los participantes a la hora de realizar las tareas. (continuación V).

N.º de Sujeto	Comentario Tarea 1	Comentario Tarea 2
28	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	No pone en negrita el título del documento. Tampoco pone en negrita el título de las columnas de la tabla. A la hora de hacer las fórmulas las realiza correctamente.
29	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	Escribe el título sin mayúsculas y busca un estilo de texto, pero finalmente no selecciona ninguno. Escribe el título de las columnas de la tabla sin negrita. Realiza correctamente las dos fórmulas.
30	Me preguntó si podía copiar el texto, le dije que no, que mejor lo escribiera. Copió las "" en el título. Al aplicarla letra capital con el <i>plugin</i> , como había copiado "" en el título, se modificó 1 letra del texto por ", por lo que tuvo que modificar el título y volver a aplicar el menú del <i>plugin</i> letra capital. (Utilizó ambos <i>plugins</i>).	No pone en negrita el título del documento. Realiza las dos fórmulas correctamente.

Tabla G.2: Comentarios individuales realizados por la investigadora de los participantes a la hora de realizar las tareas. (continuación VI).